SAGGIO
SULL' ACQUE CORRENTI

DEL

CONTE MENGOTTI

Senatore, Mem. della Leg. d'onore, Cav. della Cor. di ferro
e Socio di molte illustri Accademie.

SECONDA PARTE.

MILANO
DALLA STAMPERIA E FONDERIA DI GIO. GIUS. DESTEFANIS
Tipografo del Senato.

MDCCCXII.

Digitized by Google

Digitized by Google

SECONDA PARTE.

CAPO I.

Della Foronomia.

Non potendo gl'Idraulici, se non difficilmente, fare le loro sperienze sopra i torrenti, ed i fiumi, li quali con la rapidità del corso, e con la profondità dell' acque, spesso anche torbide e vertiginose, sconcertano i deboli artifizj, e i limitati stromenti dell'osservatore, si avvisarono di farle a bell' agio ne' loro gabinetti, e con vasi di varie figure, da cui l'acqua uscisse pel mezzo di luci, che scolpite vi fossero nel fondo, o nei lati.

Si posero in tal guisa ad esaminare li fenomeni di questo fluido così comune, ma insieme così volubile ne' suoi movimenti, e così restìo nel lasciarne conoscer bene le leggi.

Li Matematici e Fisici più illustri d'ogni Nazione presero parte a questi sperimenti, nè vi

Digitized by Google

fu chiaro ingegno, dopo il Torricelli, che per più di un secolo, sia di quà, sia di là dell'Alpi, non abbia creduto glorioso l'occuparvisi *a*. La Foronomia divenne uno studio riputatissimo, e tanto più che l'Algebra, e la Geometria si unirono a gara per nobilitarlo *b*.

Uno dei fenomeni, che si osservarono all'uscir dell'acqua da un vaso perforato nel fondo, è quello di una cavità, che vi si forma sulla superfizie, e che presenta la figura d'un imbuto. Il Newton la chiamava cateratta, vale a dire cascata d'acqua.

a Chiamo foronomia quella parte soltanto dell' idrodinamica che tratta delle leggi dell'acqua effluente dai pertugi de' vasi, abbenchè l'Eruanno nel suo celebre trattato le abbia data una maggior estensione.

b Torricelli. *De mot. grav.*
Guglielm. *De aquar. fluent. mens.*, *lib.* 2.
Poleni. *De Castellis. Id. delle Pesc. Id. del moto misto ec.*
Grandi. *Movim. dell' Acque.*
Ceva. *De Vasis.*
Zendrini. *Leggi e Fenom. ec.*, *lib.* 1 *e* 2.
Michelotti. *Sperim. Idraul.*, *tom.* 1 *e* 2.
Newton. *Princ. Nat. Philos.*, *lib.* 2.
Jac. Hermanni. *Phoronom.*
Daniel Bernoulli. *Hydrodynam.*
Joan. Bernoul. *Dissert. Hydraul. in Act. Acc. Petr.*
Mariotte. *Du mouvem. des eaux.*
Pitot. *Mém. de l'Acad. des sciences an.* 1732.
Bossut. *Traité élémen. d'Hydrodyn.*
D'Alembert. *De l'Equil. et mouvem. des fluides*, con altri molti che troppo sarebbe lungo il riferire.

Digitized by Google

La colonna del fluido, si disse, che sovrasta direttamente al foro, piombando la prima all'aprirsi di questo, deve produrre necessariamente sulla superfizie una cavità, in cui le parti laterali dell'acqua, essendo loro tolto l'appoggio, e non potendo star pensili, sdrucciolano, e cadono da quel lato che non ha più sostegno, come fa la polvere sottile dell'oriuolo da ore, la quale appunto per la sua finezza e mobilità, mentre la colonnetta di mezzo scappa per il pertugio, discende a mano a mano nel picciolo imbuto che vi si forma nel centro.

V'ha però chi disse, e certo con più di ragione, non già sdrucciolare, e cader direttamente nell'imbuto le parti laterali dell'acqua, ma bensì discendere a chiocciola, girando intorno intorno a quella conica cavità con moto tortuoso. Infatti quando si osservi esattamente codesto infondibolo che fa l'acqua, vi si ravvisa un movimento circolare, ed una spezie di vortice, che si aggira sensibilmente, e fa roteare insieme i corpicciuoli leggieri che vi si gettano dentro, come ognuno può facilmente chiarirsene da se stesso.

Si potrebbe forse con ciò render ragione di certi vortici, sovente fatali, che s'incontrano nelle grandi riviere.

Digitized by Google

Le roccie, di cui talvolta è il fondo del fiume seminato, massime nelle valli e nelle gole de' monti, hanno delle fenditure che inghiottiscono l'acqua, rigurgitandola poscia inferiormente nel fiume stesso. Or l'acqua, e tutto ciò che cade in quelle fauci pericolose ed infami, si aggira, e si travolve per l'appunto come in un imbuto.

Così fa presso Grein il Danubio nell'Austria superiore, dove i gironi nascenti dalle fesse rupi, che bevono l'acqua, fanno impallidire i più esperti navicellaj. Così fa il Rodano nelle montagne per cui passa, e dov'è in parte assorbito dalle crepature degli scogli *a*.

Forse anche nello stretto di Messina quel vortice famoso, assai più peraltro temuto dagli antichi che da noi, procede dalla stessa cagione, se vero è che lungi da esso, sulle coste australi della Sicilia, si veggano ricomparir vomitati i flutti, e i rottami de' navigli, che la Cariddi ha travolti, ed ingojati *b*.

a Giungendo il Rodano verso le roccie, le trova tutte ad un tratto, e il letto prende le forme di un imbuto, in cui il fiume si precipita ec. *Kant. Geogr. Fis.*, *tom.* 5, *n.* 3 *ed* 8.

b Id. loco citato.

Kircker. *Mund. subterran. lib.* 2.

Digitized by Google

Un altro singolar fenomeno dell'acqua uscente da un pertugio, o questo sia praticato nel fondo, o nei lati del vaso, è quel notabile restringimento, che si vede nello zampillo ad una piccola distanza dal labbro dell'orifizio. Chiamasi esso perciò la vena contratta.

Al concorso e conflitto dei varj fili acquei, che vengono da molte parti per uscire dal foro, si è attribuito comunemente questo curioso fenomeno della vena contratta.

Infatti li corpuscoli un po' più gravi dell'acqua, che si lasciano cadere nel vaso, dopo esser discesi verticalmente per qualche tratto, si piegano poi sempre, e s'incamminano verso il pertugio. Quello spazio, fin dove si estende per entro al vaso la visibile attrazion dell'orifizio, fu detto il gorgo da Giovanni Bernoulli, che fu il primo ad osservarlo *a*.

Il Ceva in un vaso pellucido di cristallo ripieno d'acqua, e bucato verso il fondo, vi lasciava cader dell'inchiostro a goccia a goccia: il Poleni v'infondeva con un'ampolla un filetto di

a Pars virium prementium est impensa ad formandum gurgitem, a me ita dictum, ab aliis non animadversum etc.

Joan. Bernoul. *Dissert. Hydr. in Comm. Accad. Petrop. Tom.* 9.

Digitized by Google

vino rosso: il Bernoulli, Daniello, vi gettava particelle di cera lacca: il Mariotte bricioli di carta bagnata, li quali, finchè teneva otturato con un dito il pertugio, scendevano dirittamente verso il fondo del vaso, e al ritirarsi del dito, si torcevano tosto verso il pertugio *a*.

Credette il Grandi, che i fili acquei andassero realmente ad incrocicchiarsi, e quasi ad aggrupparsi. Quindi al luogo della loro unione diede il nome di *nodo*, e alla vena contratta quello di *funicella*. Nè mancava egli di provarlo, o piuttosto lo tentava ingegnosamente. Perciocchè se i fili dello zampillo, che vengono dai varj luoghi dell'interno del vaso, e passano per il pertugio, si guardino come tante linee convergenti, le quali da diverse parti si dirigono a un punto stesso, devono necessariamente incontrarsi, ed intrecciarsi nel sito della massima contrazion della vena, come fanno nell'occhio i raggi della luce, che vengono dall'alto e dal basso, da destra e

a Gio. Ceva. *De vasis.*
Polen. *De Castel.* §. 73.
Dan. Bern. *Hydrod. Sect.* 4.
Mariotte. *Mouv. des eaux Par.* 2, *Dis.* 1, *Reg.* 11.
Lorgna. *Teor. int. al moto de' liqu. Cap.* 1, *n.* 10.
Lecchi. *Idrost. Esam. Lib.* 1, *Esam.* 2 *e* 3.

Digitized by Google

da sinistra, e vanno ad incrociarsi tutti passando per il pertugio della pupilla *a*.

Ma il Poleni mostrò non molto dopo, che i fili dello zampillo non fanno che avvicinarsi, e stringersi insieme nel luogo della contrazione, per indi poi di nuovo dilatarsi, come un fascetto di paglie sottili legate nel mezzo, ovvero piuttosto come una lunga chioma, che si stringe nel sito dell'allacciatura, e poi torna a spargersi, e ad ondeggiar sul collo d'una fanciulla.

Infatti se s'inserisca in un lato, per esempio nel sinistro, della vena fluida un po' di liquor nero, o purpureo, si osserva, che il colore segue sempre la medesima strada a sinistra, piegandosi bensì nel sito del restringimento, ma poi divergendo nuovamente, e proseguendo a scorrere ognora lungo lo stesso lato. Conchiudeva da ciò il Poleni, che i fili acquei dello zampillo non s'intrecciano già, nè si attraversano, ma solo si appressano, e quasi si abbracciano insieme *b*.

In questa bella sperienza aveva quel dotto Fisico preso ad imitare in qualche modo la injezion delle vene del corpo umano, ch'era stata

a Grandi. *Movimenti dell'acque*, *Cap. II*, *Prop. XI.*
b Poleni. *Delle Pesc. e Cater.*, *n.* 59.

Digitized by Google

non molto prima praticata dal Graaf in Olanda, e che fu poi perfezionata dallo Svammerdamio, e dal Ruischio.

Ora la proporzione, che passa fra il diametro della vena contratta e quello dell'orifizio, fu calcolata dal Newton come 42 a 50, dal Poleni come 41 a 52, dal Bossut a un dipresso come 5 a 6; ma infine dal Michelotti con nuovi e più accurati sperimenti fu confermata la proporzion del Poleni di 41 a 52, ossia prossimamente di 4 a 5.

La distanza, in cui ha luogo la massima contrazione, è pari, secondo i più, al semidiametro del foro: la distanza poi, dove la vena riprende la sua grossezza primiera, è di quattro semidiametri del foro stesso *a*.

Chi mai però crederebbe, che le due belle ipotesi del Grandi, e del Poleni, dovessero subire anch'esse il destino di tutte le cose mortali, quello di dar luogo ad altre?

a Newton. *Princ. Philosoph. Nat. Lib.* 2, *Tr.* 3.
Pol. *delle Pesc.* e *Cater. n.* 77 *e* 84.
Bernard. *Nouv. Princ. d'Hydraul. n.* 24.
Michel. *Sper. Idraul. Tom.* 1, *n.* 60 *e* 91.
Secondo il Bossut li diametri della vena e dell'orifizio sono come $\sqrt{2} : \sqrt{3} = \sqrt{24} : \sqrt{36}$, ossia prossimamente come 5 a 6.
Bossut. *Hydrodyn.*

Digitized by Google

Venne chi disse, non esservi nulla di meraviglioso nell' assottigliamento della vena, il quale non procede già in alcuna guisa nè dal creduto intreccio, nè dall' amplesso de' fili acquei, ma sibbene da quella maggior velocità, che acquista naturalmente l' acqua, quando è uscita dal foro, e si accelera con la libera caduta. Allora essa non fa che seguir la legge, che abbiamo a lungo considerata nella prima Parte, quella cioè di assottigliarsi, e scemar di corpo quanto cresce di moto *a*.

Che se in qualche distanza dall' orifizio la vena ripiglia la prima dimensione, ciò nasce dalla resistenza dell' aria, ed anco dall' insinuarsi che fa questa per entro ai fili dello zampillo. Per altro senza siffatta opposizione del mezzo, e senza il frammischiarvisi dell' aria, la vena continuerebbe nel suo cadere ad assottigliarsi, e finirebbe in una punta, come fa cadendo nel vòto.

Ed ecco appunto la ragione, per cui tutti gli zampilli d' acqua, se cadono un po' dall' alto, si disfanno in una spezie di pioggia: il fascetto de' fili acquei si scioglie allora per l' interposizione dell' aria. A questa ultima dunque noi siamo de-

a Parte prima del Saggio, Cap. IV e V.

Digitized by Google

bitori, se le acque che cadono dal cielo, si dividono in gocciole.

Noi avremmo altrimenti una pioggia con punte micidiali, che sfronderebbe per avventura ogni volta i nostri alberi, e guasterebbe le nostre messi. Le stesse stille di rugiada, che scherzano nel mattino sulle foglie della rosa, diverrebbero piccioli ed acuti strali, che la ferirebbero crudelmente.

In questa guisa caddero, o molto perdettero di riputazione, le due leggiadre ipotesi del Grandi e del Poleni sulla contrazion della vena *a*.

Egli è quasi non credibile, quale sia stata dopo il Torricelli per più di un secolo, come ho accennato di sopra, la frega e la smania generale di tutti i fisici d'Europa per gli zampilli e filetti d'acqua, e quanto seriamente si disputasse, e si scrivesse, per una linea di più o di meno, che si avesse voluto dare al diametro della vena contratta. Forse non tanto si disputò, e si scrisse, per fissare i due diametri della Terra. Egli è però a torto che la Foronomia fu da taluno chia-

a Lorgna. *Teor. Fis. Mat. del moto de' liqu. Cap.* 4, *n.* 43.
Cav. Brunacci. *Vedi le sue belle esperienze nel Brugnatelli, Giorn. di Fisica ec. degli anni antecedenti.*

Digitized by Google

mata un giuoco da fanciulli, o un vano trastullo. Quand' anche non ne sia derivato all' Idraulica tutto quel bene, che i Foronomisti si promettevano, saranno però sempre lodevoli e benemeriti gli sforzi che fecero per giovare alla scienza dell' acque, e per tentar di scoprire anche in ciò la natura, quella matrona così ritrosa e severa, la quale si avvolge in tante vesti, e in tanti veli, che ben felice sarebbe colui, che potesse giungere a sorprenderla, anche per un solo istante, succinta.

Un altro curioso fenomeno si è pure osservato nell' efflusso dell' acqua dai pertugi de' vasi, ed è, che molto più di fluido esce in pari tempo da una luce armata di qualche tubo, di quello che sia da una semplice, ed ignuda.

Parrebbe a dir vero, che l' aggiunta de' tubi dovesse accrescere il soffregamento, e la resistenza, e quindi scemare l' efflusso. Ma pur gli sperimenti fatti dal Mariotte, dal Poleni, e da molti altri Fisici illustri provarono il contrario.

Essendosi applicate al pertugio di un vaso varie figure di tubi, ora cilindrici, ora quadrati, o conici troncati, o cicloidali, o d' altre forme, si trovò sempre, che gli efflussi prodotti da que-

Digitized by Google

sti erano maggiori di quelli, che procedevano in tempo pari dalla bocca libera dell'orifizio *a*.

L'acqua, si è detto da taluno per ispiegar questo fenomeno, lambisce, e segue volentieri la superfizie tersa e polita de' corpi, e noi veggiamo, che appressando la palma tesa della mano ad un filetto d'acqua, che schizzi da tenue pertugio, ed allontanandola poscia a bell'agio, esso pure declina, e si torce un poco dalla sua direzione per seguitar la mano che si ritira.

Per questo appunto si attaccano i vapori, e le parti umide dell'atmosfera ai marmi ed ai bronzi, in guisa che si veggano essi gocciolare talvolta, o sudare, come il volgo dice, e giura. È dunque da credersi, che le pareti liscie de' tubi abbiano la virtù di attrarre una maggior copia d'acqua *b*.

a Poleni. *Epistol. Fascic. Pat.* 1728. *Idem delle Pesc. e Cater. n.* 89.
Mariotte. *Mouv. des eaux.*
Michel. *Sper. Idraul. Cap.* 6, *n.* 80.
Zend. *Leggi e Fen. ec. Cap.* 2 *e* 3.
Bernard. *Nouv. Princ. n.* 28.
Delanges. *Mem. della Soc. Ital. Tom. XIII, Part. I.*
b L'acqua ha genio, dirò così, di seguire le interne pareti de' cannelli ec.
Pol. *Lettera al Marinoni Matem. sopra alcuni sperim. ec.*
On trouve l'explication de l'effet que produisent les tuyaux additionnels, lorsqu'on réfléchit sur l'adhérence que l'eau peut contracter avec les corps polis qu'on lui présente etc.
Bern. *Nouv. Princ. n.* 30.

Digitized by Google

Ma un' altra ragione pare più probabile. Ho già detto, che i fili acquei discendenti nel vaso per uscir dal foro, giunti che sieno ai confini del gorgo, si piegano verso il pertugio. Formando essi quindi un angolo, è forza che vadano ad incontrarsi appena usciti, si urtino, e si ritardino a vicenda. Ora il tubo non solamente rintuzza, e scema in parte codesti cozzamenti de' fili, ma gl' invita pure, e gli astringe a prendere, e continuare una direzione più concorde, e più favorevole all' efflusso. Il tubo è il conciliatore, per dir così, dei contrasti, e degli opposti movimenti de' fili. Necessaria è però sempre una certa discrezione nella lunghezza de' tubi, poichè altrimenti evitar non si potrebbe ciò che sempre nasce da un luogo attrito, il ritardo *a*.

Anche la sola interna conformazione degli orli del foro si è trovata efficace a promuovere l' efflusso; poichè se sia quello un po' scavato ed allargato interiormente, a foggia di trombetta, o di labbra aperte verso il gorgo, e formi in cotal

a Finalmente pe' nuovi aumenti di lunghezza ne' cannelli n'avviene che sminuiscasi la copia d' acqua ch' esce. Id. Pol. delle Pesc. ec. n. 69.

Les tuyaux doivent être toujours courts. Sans cette précaution le frottement de l'eau contre les parois diminueroit sa vitesse, etc.

Id. Bern. Ibidem, n. 37.

Digitized by Google

modo una spezie di breve imbuto, l' acqua ne sgorga con molto più d' abbondanza, tanto è verò, che tutto corre dietro a ciò che lo seconda.

Ma che dico? Anche la forma, anche la posizione stessa del vaso può confluir ad agevolare l' efflusso.

Le sperienze fatte mostrarono, che li vasi conici, parabolici, o emisferici, data la medesima capacità, ed una luce uguale, si vuotano più facilmente de' cilindrici, de' parallelebipedi, o de' cubi. E parlando del medesimo vaso, il prisma si vuota più presto per il taglio che per il lato, e la piramide più per la punta che per la base, e la coppa emisferica chiusa più per la cima che per il fondo, sicchè sempre più apparisce, che l' interna convergenza ha un non so che di condiscendente, e di favorevole all' efflusso *a*.

Quindi almen dubbia, se non fallace, mi pare la dottrina del Poleni sulla derivazione, e distribuzione dell' acqua de' fiumi.

Si sa, che a tal oggetto si usa fare in qualche paese nella sponda del fiume una larga apertura,

a Dan. Bernoul. *Hydrodyn. Sect.* 1 *et* 2.
Stancari. *Opusc. Post. Tratt.* 3.
Grandi. *Movim. dell' acque, Cap. IV.*
Venturoli. *Elem. di Mec. e d' Idraul. Lib.* 2, *Cap.* 16 *e* 17.

Digitized by Google

dalle di cui estremità partono due lati convergenti, o sien essi di pietra, o d'altra materia, che vanno a terminare in una bocca più ristretta, per cui passa l'acqua nel condotto. Lo spazio, che v'è fra questa bocca, e l'apertura verso il fiume, chiamasi dal Poleni assai propriamente l'adito, essendo di fatto una spezie d'atrio, o di vestibolo del condotto.

Or pensa quel dotto Fisico, non doversi guari tener conto nè dell'ampiezza dell'atrio, nè della convergenza de' lati, e solo doversi aver riguardo alla misura della bocca, che lascia passar l'acqua.

Ma egli è naturale, che qualora l'acqua sia, per dir così, chiamata, ed invitata ad entrare, ne passi una quantità maggiore. Perciocchè il fiume in tal circostanza fa l'uffizio d'un vaso, e la bocca, tramandante l'acqua nel condotto, fa quello di una luce praticata appunto nella parete del vaso. L'adito poi è una spezie di breve imbuto applicato internamente alla luce. Ora cotal forma di bocca, con le labbra aperte, e rivolte verso l'interno del vaso, contribuisce mirabilmente ad accrescere, come si è veduto, lo sgorgamento.

Ho perciò detto, quella dottrina per lo meno esser dubbia, perchè si oppone agli sperimenti,

ed alla regola delle convergenze interne sempre propizie all' efflusso. Quindi mi sembra, che non debba essere indifferente l' Idrometra nemmeno sull' ampiezza dell' apertura, e sulla forma dell' ingresso verso il fiume, e che assai più cauto e prudente sia l'avvertimento del Manfredi, quello cioè, che nella ripartizione dell' acque la figura degli aditi, delle pareti, delle bocche, degli orli, tutto insomma sia, quanto più si può, perfettamente uguale, simile, e similmente posto [a].

Ma fra tutti gli sperimenti di Foronomia il più famoso, e che ha senza dubbio più d' ogni altro influito a creare il celebre sistema della scala di velocità ne' fiumi, è quello che or passo a riferire, ed esaminare.

a Manfr. *Annotaz. alla Nat. de' Fiumi del Guglielm.*

Digitized by Google

CAPO II.

Altre sperienze di Foronomia, e loro applicazione ai Fiumi.

Tutti già sapevano, ed avevano più volte osservato, che ne' vasi ripieni d'acqua, a cui si sien fatti di molti spilli a varie altezze, tanto più veemente ed impetuoso è lo sprizzo, quanto più basso, e lontano dalla suprema superfizie del fluido, trovasi il pertugio. Ma non si era però mai pensato a determinar con esattezza, e con una regola certa, la proporzione che aver potesse la quantità dell'acqua uscente con le diverse altezze di essa.

Si presero dunque de' vasi di legno, o cilindrici, o prismatici, e vi si scolpirono lungo le pareti più fori eguali, e ad uguali distanze, come son quelli a un dipresso, che si veggono nel flauto.

Riempiuti poscia codesti vasi d'acqua, e tenutili sempre pieni coll'aggiungerne ognora di nuova, e coll'avvertenza che ciò segua dolcemente,

Digitized by Google

e senza cagionar impeti e movimenti convulsivi, i quali avrebbero potuto turbare la tranquillità e precisione dello sperimento, si cominciò a raccogliere, e a misurar l'acqua, che usciva in un dato tempo da ciascuno de' fori.

Si venne con ciò, dopo molte e ripetute prove, a discoprire, che le quantità dell'acqua uscente in tempi uguali dalle luci de' vasi erano come le radici delle loro altezze, cioè che se i fori si trovavano, per esempio, distanti dalla superfizie del fluido, come 1, 4, 9, 16, 25, la quantità dell' acqua uscita era come 1, 2, 3, 4, 5.

Ora perchè da un medesimo foro, o da fori uguali, scaturisca in pari tempo doppia, o tripla quantità d'acqua, egli è chiaro essere necessario, che sia doppia o tripla la sua velocità. Fu quindi giustamente concluso, che anco la velocità dell' acqua uscente dai pertugi de' vasi era come la radice dell' altezza.

E siccome questa velocità proporzionale alla radice dell' altezza è appunto quella medesima, che acquista un grave cadendo realmente dalla detta altezza, come dimostrarono il Galileo, l'Ugenio, ed altri, così fu stabilito per uno de' canoni di Foronomia, che l'acqua esce dai pertugi de' vasi

Digitized by Google

con quella velocità, che avrebbe acquistata cadendo effettivamente dall' altezza del vaso *a*.

Il primo a tentar queste sperienze fu Raffaele Maggiotto al principio del secolo diciasettesimo.

Venne appresso il Torricelli, quell' abile aerometra, ed idrometra insieme. Egli rifece lo sperimento, e ne addusse pure una dimostrazione geometrica, la quale però non fu trovata soddisfacente.

Poscia il Mariotte in Francia con più accurati tentativi confermò la regola sopraindicata.

Ma quelli, che diedero la maggior celebrità e fama a questo sperimento, furono il Guglielmini sulla fine del secolo stesso, e il Poleni al cominciar del secolo scaduto. Essi lo eseguirono con solenne apparato, ed alla presenza di uomini dottissimi, poichè all' uno intervennero in Bologna il Pepoli e il Donelli, ed all' altro in Padova il Vallisnieri, il Morgagni, e l' ultimo de' Bernoulli *b*.

Non rimase allora più dubbio sull' autenticità del fatto, e quindi venne generalmente accolto

a Guglielm. *De aquar. fluent. mens.*, *lib.* 2.
Grandi. *Del movimento dell' acque*, *lib. II*, *cap.* 1.
b Polen. *Del mot. mis. dell' acque*, *lib.* 1. *Idem delle Pesc.*, *n.* 44.
Zendr. *Leggi e Fenom.*, *cap. IV*, *n. XI.*
Lecchi. *Idrost. esam.*, *part.* 1, *esame VIII.*

Digitized by Google

il canone surriferito, cioè, che la velocità dell' acqua uscente dai piccioli pertugi de'vasi è prossimamente come la radice delle altezze. Ho detto piccioli pertugi, e si vedrà in breve il perchè.

Or era naturale, che quegli uomini eccellenti volessero, che questa scoperta non rimanesse un semplice oggetto di curiosità, ma tentassero di applicarla in grande a calcolare la velocità delle riviere. Ecco infatti come ragionarono.

La velocità dell'acqua, ch'esce dai fori di un vaso inesausto, o sempre pieno, è come la radice delle altezze, ossia è pari a quella, che acquisterebbe l'acqua cadendo dall'altezza del vaso. Ma un fiume può essere considerato come un vaso immenso, che si vuota per una delle sue aperture, mentre per l'altra le fonti e i rivi gli somministrano un perenne alimento; dunque anche nei fiumi la velocità dell' acqua seguirà la legge stessa.

Questo è appunto il principio adottato dal Guglielmini nella prima Opera sua *della misura dell' acque correnti*: questo fu quello ch'egli ha seguito nell'altra grand'Opera *della natura de'fiumi*. Quindi venne la dottrina della tanto decantata scala di velocità, di cui parleremo in appresso.

Digitized by Google

Ma prima giova indagare, se la famosa regola Torricelliana possa esser vera in ogni condizione del vaso.

Certo è, che gli sperimenti fatti da que' chiari Idraulici si eseguirono con tenui pertugi. Il Torricelli adoprava luci un po' maggiori della pupilla umana. Anche il Mariotte fece le sue sperienze con fori di piccol diametro in confronto della capacità del vaso, abbenchè per altro fossero maggiori di quelli del Torricelli. Le luci usate dal Guglielmini avevano all'area circolar del suo vaso la proporzione di uno a novemila circa. Il Poleni non si scostò guari dall' esempio de' suoi predecessori. Il Michelotti accrebbe, a dir vero, le luci della sua torre appositamente costrutta, e faciente l' uffizio di un vaso; poichè portolle al diametro di uno, di due, e di tre pollici. Ma però ancòra era grande il divario fra queste luci, e l'ampiezza del suo recipiente, il che diede motivo a molti celebri uomini di eccitare quel valente osservatore ad estendere i suoi sperimenti anche sopra maggiori aperture *a*.

Dilatò egli di fatto una delle luci fino al diametro di sei pollici, ma pochissime furono le spe-

a Michel. *Sperim. Idraul. tom. II, Disc. III.*

Digitized by Google

rienze fatte con questa luce, ed inoltre aveva essa pur anco una troppo picciola proporzione con la insigne capacità della torre, sicchè rimasero i dotti nel desiderio, e dubbio primiero.

Egli è appunto nel solo caso di tenui zampilli a paragon della massa contenuta nel recipiente, che può aver luogo la regola Torricelliana summentovata.

Per intenderne la ragione, immaginiamoci di aver sotto gli occhi un vaso perforato nel fondo, e tenuto sempre pieno. Egli è chiaro, che la colonna dell'acqua incombente al foro è spinta fuori da due forze; da quella cioè della propria gravità, e dalla pressione delle altre parti dell'acqua, che tendono ad uscire per l'apertura medesima. Or questa seconda forza della pressione dee farsi, e si fa realmente via via minore, a misura che si va dilatando il pertugio. Qui è veramente dove ho bisogno di esempj per ispiegar, come vorrei, questo fenomeno.

Se in un recinto pieno di popolo siavi un picciol uscio, che non permetta il passaggio se non ad uno solo la volta, e ciò non ostante tutti si sforzino di sortire, non v'ha dubbio, che il primo ch' esce sarà cacciato e spinto da tutta la gente

Digitized by Google

che ha d'intorno. Ma se più larga porta lasci passare que' che son entro a quattro a quattro, a sei a sei, ad otto ad otto, allora chi esce sarà pressato certamente assai meno. E se finalmente tutto spalancar si possa il recinto, uscirà ognuno liberamente, e senza esser pressato da que' che gli sono ai fianchi, e alle spalle.

Così appunto se il fondo di un vaso si concepisca diviso in molte parti uguali, per esempio, in cento, e vi si faccia un foro pari ad una di esse, la colonnetta d'acqua, che scappa dal pertugio, sarà spinta e cacciata dalle novantanove colonnette laterali, e circonfuse, le quali parimenti tendono ad uscire. Ella vi è premuta e forzata, come usava di esprimersi il Galileo, a guisa del nocciolo d'una ciliegia, che scappa dalle due dita che lo stringono.

Ma se si allarghi la luce del vaso in modo, che occupi dieci delle cento parti del fondo, ossia che agguagli il decimo del fondo stesso, il cilindro, o prisma d'acqua sarà cacciato fuori senza dubbio con forza minore, e ciò per doppio motivo, e perchè si sono diminuite di numero le colonnette prementi, le quali ora non restano che novanta, e perchè il prisma d'acqua

Digitized by Google

ch' esce è ora divenuto più forte, essendo dieci volte maggior del primo zampillo, e quindi meno risente l' azione delle parti circonvicine.

Finalmente se il foro pareggi tutta l' area del fondo, ossia, ciò ch' è lo stesso, se il fondo si concepisca tolto in un baleno, ed annichilato, l' acqua del vaso non sarà più in alcun modo pressata e sospinta, ma rimasta tutta libera comincierà a discendere come ogni altro corpo lasciato in balìa di se stesso. La sua velocità nel primo istante della discesa, ch' è la sola appunto di cui si parla, sarà picciola, com' è quella di un frutto maturo nell' atto primo, che da se stesso si spicca dal ramo della pianta, o com' è quella di una palla nell' istante di aprir la mano, in cui si teneva.

Ciò forse ancor più chiaramente spiegar si potrebbe, s' io non erro, con l' aria, ch' è certo un fluido anch' essa.

Se nell' uscio di una stanza chiusa, dove sia acceso un buon fuoco, trovisi a caso una fessura, o un pertugio, vi si ode, come ognun sa, un certo ronzìo, o piuttosto un fischio, qual è quello del vento adirato. Ciò altro non è che uno zampillo d' aria, la quale dal vaso immenso dell' at-

Digitized by Google

mosfera entra con impeto pel picciol foro a rimettere l'aria consunta dalla fiamma. Che se tutto l'uscio si apra della stanza, l'aria v'entra bensì, ma placidamente, e senza sibilo alcuno, perchè non vi è cacciata dalle infinite colonne circostanti, che prima volevano passar per lo pertugio.

Egli è dunque manifesto, che la massima velocità iniziale (notisi bene, lo ripeto, che di essa si parla, e non dell'altra, che cadendo può acquistar l'acqua con l'accelerazione, dopo ch'è uscita) che, dico, la massima velocità iniziale quella sarà de' più sottili getti zampillanti da tenui pertugi, perchè allora vi concorre insieme con la propria gravità il maggior grado possibile di pressione esercitata da tutte le altre parti dell'acqua: che questa velocità incipiente si fa sempre minore a grado a grado, secondo che si va di mano in mano ampliando il foro, perchè si va scemando eziandio proporzionatamente la forza e il numero delle parti prementi: che in fine questa velocità del primo istante dell' uscita si trova esser minima nelle grandi aperture, che adeguano il fondo, perchè cessando in tal caso del tutto la forza della pressione delle parti circonfuse, non rimane che quella della propria gravità, la quale, sia

Digitized by Google

nell' acqua, sia in ogni altro corpo, non può aver nel primo istante della discesa che un grado di moto poco sensibile.

Il Newton fu il primo, che con li soli tre dati conosciuti dell' altezza del vaso, del fondo, e del foro, ci diede una formola semplicissima per esprimere, e rinvenire la velocità dell' acqua uscente in tutti i casi, e in tutte le combinazioni, dal massimo al minimo foro *a*.

a Dicesi fondo *assoluto* tutta l' area del fondo, senza riguardo se il foro in esso praticato sia picciolo o grande: fondo poi *relativo* chiamasi quello, che realmente rimane detratto il foro, sicchè se la luce è infinitamente picciola, allora il fondo relativo diviene uguale al fondo assoluto, e se la luce è massima, ossia pari al fondo assoluto, allora il fondo relativo sparisce, ed è uguale a zero. Or ecco la formola Newtoniana.

Chiamando a l' altezza del vaso, y il fondo assoluto, b il relativo, e la velocità dell' acqua uscente, sarà $v = \frac{2ya}{2y-b}$.

Or egli è chiaro, che se si ponga $b = y$, la equazione si risolve in $v = \frac{2ya}{y} = 2a$.

Se poi b sia $= 0$, allora l' equazione si risolve in $v = \frac{2ya}{2y} = a$.

Cioè, se il fondo relativo è pari al fondo assoluto, che è quanto dire, se la luce è minima, o infinitamente picciola, la velocità dell' acqua uscente sarà massima, e pari a quella che avrebbe acquistata, se fosse realmente caduta dall' altezza del vaso.

Se poi il fondo relativo è nullo, cioè se la luce è massima, ed occupa tutto il fondo del vaso, allora la velocità è minima, e pari a quella, che ha ogni corpo nel primo istante della discesa.

Tenendo una strada diversa ho io pur rinvenuto una formola, che per la sua semplicità mi pare non immeritevole di un cenno.

Digitized by Google

Daniello Bernoulli ci lasciò egli pure nella sua idrodinamica un'altra formola tendente all'oggetto stesso, la quale per altro da qualche matematico si giudica imperfetta *a*.

Più esatta senza dubbio, e più felice, è quella che fu proposta dal Bernard ne' suoi nuovi principj d'idraulica *b*.

Tutte però tendono a provare, sia in un modo, sia in un altro, che la velocità incipiente dell' acqua, ch'esce dai fori di un vaso, è massima nelle tenui, e minima nelle ampie aperture.

Chiamando a l'altezza del vaso, b il fondo, c l'orifizio, x la velocità che si cerca, sarà sempre $x = \frac{2ab}{b+c}$.

Se l'orifizio sarà massimo, ossia uguale a tutto il fondo del vaso, cioè se $c = b$, allora sarà $x = \frac{2ab}{b+b} = \frac{2ab}{2b} = a$.

Se all'incontro l'orifizio sarà minimo, ed infinitamente picciolo, allora sarà $x = \frac{2ab}{b+o} = \frac{2ab}{b} = 2a$.

Non solo poi nei termini estremi, ma eziandio negl'intermedj, e in tutta la serie delle dimensioni variabili dell'orifizio, si accorda questa formola perfettamente con quella del Newton; il che non si verifica nelle formole sopraccennate del Bernard, e del Bernoulli, le quali, oltrechè danno fra esse de' risultati diversi, si trovano eziandio discrepanti dalla formola Newtoniana, a riserva di pochissimi casi.

a Bernoul. *Hydrodyn., sive de vir. et mot. fluid. Sect.* 1.
Scarell. *Phys. Pact. Sect.* 37.
Bern. *Nouv. princ. etc. Disc. hist. et crit.*
b Bernard. *Nouv. princ. d'Hydr. n.* 15 *et suiv.*
Idem. Ibid. n. 152 et suiv.

Digitized by Google

Sono le formole dell' algebra come quegli estratti, o elisiri, che racchiudono l'essenza, e la virtù di molti ingredienti, spogliati con la distillazione dalle flemme, dalle mucillagini, dalle parti terree e brutte, e ridotti alla massima semplicità e purezza. Non altrimenti l'algebra, dopo molte operazioni per separare le quantità superflue, o eterogenee, che imbarazzavano il calcolo, ne ricava un estratto, o formola semplice e breve, tanto più pregievole, quanto più si piega e si accomoda a tutti i casi, e a tutte le combinazioni, in quella guisa appunto che l'elisire più s'apprezza, se conviene a più temperamenti, e a più malattie.

Ma io m'allontanava, senz'avvedermene, dal mio istituto. Ritraendo dunque, mio malgrado, il piede dai limitari dell'algebra, e della geometria, ritorno alle osservazioni, e all'esperienza.

Il Mariotte, osservatore diligentissimo, aveva notato ne'suoi sperimenti, che l'acqua uscente da una luce del diametro di sei linee riusciva spesso minore di quella che usciva da una luce di tre linee, avuto già sempre riguardo all'ampiezza delle luci. Ed avendo poscia ripetute le prove con due luci aperte successivamente nel

Digitized by Google

fondo di un vaso, l'una di 4, e l'altra di 12 linee di diametro, trovò ancora più sensibile la minorazion dell' efflusso nella luce maggiore, poichè mentre la quantità d'acqua, somministrata da questa seconda, doveva esser nonupla della prima, non giunse ad essere che otto sole volte maggiore *a*.

Prevenuto però quel chiaro uomo per la dottrina Torricelliana cercava di spiegar questo fenomeno col dire, che le parti dell'acqua, che sono alla periferia del vaso, dovendo fare un viaggio più lungo per andar a trovare il foro maggiore, divenivano più tarde, e più scarse nell'uscita *b*.

Ma certamente prendeva egli un errore, perchè le parti dell'acqua, che stanno alla circonferenza del vaso, sono tanto meno lontane dal foro, quanto più questo s'ingrandisce, ed occupa una

a On a toujours trouvé que le grand trou, qui selon la première règle devoit donner 9 fois autant que le petit, n'en donnoit que huit fois autant, etc.

Mariot. *Mouv. des eaux. Part. III, Exper.* 3.

b Ce qui retardoit l'écoulement, étoit, que dans la grande ouverture l'eau supérieure ne pouvoit venir aussi vite qu'il eût été nécessaire, au lieu que dans la petite ouverture il suffisoit d'une distance d'un pouce de tous côtés, etc.

Idem. Ibid. Part. III, Disc. 3, Exper. 3.

Digitized by Google

maggior porzione del fondo, ben chiaro essendo, che il foro, col dilatarsi, sempre più si approssima ad esse. Se voi vi trovaste non lungi da una voragine, e questa si andasse sempre più dilatando, non diverreste voi ad essa più vicino, e non fuggireste? Non solo dunque il motivo addotto dal Mariotte per giustificare il minor efflusso della più ampia luce non gli era favorevole, ma si rivolgeva ben anzi contro di lui, e invece di provare la diminuzion dello sgorgo, ne induceva piuttosto la necessità d'un aumento.

La vera cagione, per cui li primi foronomisti non si accorsero di questa legge della natura, ella è, perchè facendo essi le proprie sperienze, come ho detto, con piccioli pertugi, non potevano rimarcarne bene le differenze, le quali non si rendono notabili ed insigni, se non quando si confrontano tra loro gli efflussi delle minute, e delle più larghe luci.

Ma negli sperimenti da me istituiti con fori, che giungevano perfino ad esser tra loro come uno a milledugento novantasei, e che, rispetto al fondo del vaso, cominciavano coll'essere più di cinquemila volte minori, e finivano col pareggiare la quarta parte del fondo stesso, si è reso manifesto

Digitized by Google

e visibile, che lo sgorgo dell'acqua, quanto più cresce la luce, tanto più si va in proporzion diminuendo, come vedremo in dettaglio nella terza Parte.

Per altro molti matematici, e fisici illustri, o mossi a ciò fossero da osservazioni e sperienze, che non ci sono pervenute, o fossero guidati dal proprio sagace accorgimento, dubitarono sempre dell'enunziato canone di foronomia.

Il Papino fu il primo a proporre un tal dubbio, che i Foronomisti italici, e francesi, non poterono mai risolvere adequatamente *a*.

Quale sia stato il sentimento di Newton, e di Daniello Bernoulli, l'abbiamo già di sopra veduto. Non è guari dissimile quello del Mac-Laurin, del d'Alembert, del Riccati, del Zanotti, del Boscovich, e d'altri *b*.

a Atti degli Erud. di Lipsia, an. 1692.
Guglielm. *Lettere Idrostat. al Magliabecchi.*
Fontenel. *Eloge de Guglielm.*

b Manet allatam conditionem esse veram sub conditione quod foramen, ratione habita amplitudinis vasis, sit valde exiguum, et tamquam infinite parvum physice haberi possit, etc.
Scarel. *Phys. Particul. de Hydrodin. Bernoulliana*, *Part. I*, *Cap. II.*
D'Alembert. *De l'équil. et mouv. des fluid. Chap. II*, *Probl.* 4, *Corol.* 3.
Bernard. *Nouv. Princ. d'Hydraul.*, *n.* 15, 16.
Mac-Laurin. *Traité des flux*, *Lib.* 2.
Cocoli. *Dissert. coron. dell'Accad. di Mant. Part.* 3, *n.* 76.

Digitized by Google

Il Poleni, tuttochè fautore ardentissimo della dottrina foronomica, pure ingenuamente dichiara esser mestieri, per trovarla vera, che picciole sien le luci in confronto dell'ampiezza de' vasi *a*.

Lo Zendrini parimenti, avvegnachè uscito dalla medesima scuola, mostrava di avere pochissima fiducia nell'applicazione ai fiumi delle leggi dell'acqua uscente dai pertugi de' vasi *b*.

Non diversamente pensavano il Castelli, il Barattieri, il Montanari, e il Cassini, come avrò motivo di far vedere a suo luogo *c*.

Or dunque, se il famoso canone Torricelliano sulla velocità dell'acqua uscente dai fori de' vasi non è vero, come si è dimostrato, se non nel solo caso de' tenui pertugi, come può ragionevolmente applicarsi alla velocità de' fiumi liberi ed

a Ed acciocchè si possa conoscere questa insigne proprietà dell'acqua, è necessario che picciolì sieno li diametri de' fori, ec.

Pol. *Del moto misto dell'acqua. Lib. I.*

b La maniera di calcolare la velocità de' fiumi con l'analogia de' vasi riesce, se non ideale, certamente poco adattabile alla pratica, ec.

Zendr. *Leggi e fenom. Cap. IV, n.* 1.

c Vedi Cap. V di questa seconda Parte. Le recentissime sperienze del Cav. Bonati, pubblicate nel Tomo XV delle Memorie dell'illustre Società italiana delle Scienze or ora uscito alla luce, non hanno potuto esser chiamate ad esame in questa seconda Parte. Mi riservo perciò di parlare nella terza dei nuovi studj di quel celebre, e benemerito Idraulico.

Digitized by Google

aperti? E quando pur fosse vero anche negli altri casi, come mai sarebbe ragionevole di dedurre i moti de' rapidi torrenti, e delle vaste riviere, da un getto d'acqua ch'esce pei fori d'un vaso? Come si potrebbe a buona equità paragonare uno zampillo al Danubio, che dalla Foresta Nera al Ponto Eusino scorre per mezzo ad una delle più grandi vallate dell'Europa: che riceve più di quattrocento e cinquanta fiumi, e rivi, conosciuti e nominati: che cammina sopra piani così variamente declivi, ora precipitoso fra rupi e gole di montagne, ora maestoso per vaste e feconde pianure, ora serpeggiante e diramato fra isole, ch' egli stesso ha formate, e che abbraccia quasi compiacendosi dell'opera sua: ora superbo e disorbitante per immoderate pioggie, o funesto e terribile per gl'immensi rottami di ghiaccio, con cui abbatte ponti e ripari: talvolta invitato, e sollecitato dalla placida e bassa superfizie del Mar Nero, talvolta rifiutato, e respinto indietro dai flutti tempestosi, e da barriere d'immense sabbie e d'arene, che il mare stesso gl'innalza contro le foci? Le differenze son troppo enormi fra uno zampillo e l'Istro, perchè le nostre regole di foronomia, quand'anche fossero sempre vere nei

Digitized by Google

vasi, potessero giustamente applicarsi al corso di quel gran fiume.

Figlia della foronomia è appunto la famosa teorìa della scala di velocità nell' acque correnti, ch' ora è omai tempo di vedere, e di esaminar da vicino.

Digitized by Google

CAPO III.

Teoria della scala di velocità ne' fiumi, e suo esame.

Un fiume, dissero i Foronomisti, può considerarsi diviso in molti strati d'acqua, uguali, e sovrapposti l'uno all'altro.

Qualunque però sia il numero di codesti strati, certo è, che il secondo sarà premuto, e spinto dal peso del primo, il terzo da quello del primo e del secondo, il quarto da tre, il quinto da quattro, e l'ultimo da tutti gli strati superiori a lui.

Se, per esempio, il Po abbia l'altezza di dieci piedi, e si supponga diviso in altrettanti strati, ognuno dell'altezza di un piede, il decimo strato sarà sospinto dalla pressione dei nove strati sopraincombenti, il nono da otto, l'ottavo da sette, e così successivamente. Quindi lo strato più basso sarà pure il più veloce, l'altro che gli sta di sopra lo sarà un po' meno, e così a grado a grado, andando dal basso all'alto, si farà una serie

o scala di velocità sempre minore, finchè si giunga alla superfizie, la quale, non avendo alcuno strato e peso d'acqua sopra di se, che la solleciti e sproni, dovrebbe quindi trovarsi senza moto sensibile *a*.

Che se anch'ella viene ad avere un qualche movimento, ciò è solo perchè il contatto, e l'aderenza delle parti dell'acqua tra loro, fa che le inferiori comunichino una porzione della velocità loro anco alle superfiziali, e le traggano seco. Quindi la superfizie, la quale agli occhi del volgo fa una gran comparsa, e sembra che muova tutto il fiume, è intieramente debitrice del suo moto alle acque inferiori, che non si veggono. Nè solo in idraulica v'ha esempj, che taluno faccia gran figura, quando tutto il merito è d'altrui.

V'è dunque una scala di velocità in ogni fiume, massima verso il fondo, media verso la metà, minima alla superfizie. Ho detto verso il fondo, perchè le parti dell'acqua immediatamente con-

a E chiaro la velocità del fondo essere la massima, le altre sempre minori, e minori quanto più vicine alla superfizie.
Guglielm. *De aquar. fluct. mens. Lib.* 2, *Pr.* 3.
Idem. Ibidem. Lib. 3, Prop. 2.

Digitized by Google

tigue ad esso devono senza dubbio alquanto ritardarsi per l' attrito, che soffrono; ma ciò non porta per altro un grande sconcerto ed inciampo alle vicine, giacchè l' acqua soffermata negl' interstizj dell' asprezze, ed ineguaglianza del fondo, vi forma una spezie di letto piano e liscio, sul quale poi sdrucciolano agevolmente gli strati superiori, come corre celere un traino sul ghiaccio, o sulla neve *a*.

Questo letto d'acqua sdrajata, e stagnante, non si considera nel calcolare l' altezza del fiume, non tenendosi conto se non di quella, che si chiama viva, cioè di quella che trovasi in moto, e che agevolmente sdrucciola, come si è detto, sul piano d' acqua disteso fra le asprezze del fondo.

Dunque ogni fiume ha tante correnti, e tante velocità, quanti sono gli strati, ne' quali piace dividerlo, cosicchè se potessimo discendere con barchette, e viaggiare a diverse altezze di una riviera, noi cammineremmo a bell' agio sulla su-

a Avremo un piano perfettamente liscio, sopra cui l' acqua, senz' alcun intoppo, scorrerà libera, non potendo aver letto più piano di quello che le viene spianato dall' acqua inferiore fra la disuguaglianza del terreno.
Grandi. *Mov. dell' acque*, *Lib.* 2, *Prog.* 34.

Digitized by Google

perfizie, con più sollecitudine nel mezzo, con molta rapidità verso il fondo.

Perciocchè se la scala delle velocità dall'alto al basso fosse come la serie de' numeri progressivi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, noi a galla faressimo, per esempio, una lega all'ora, nello strato che vien dopo, due leghe, nel terzo tre, ne correremmo cinque nel mezzo, e nove verso il fondo.

Il primo strato sarebbe senza dubbio per gli ammalati, per gl'ipocondriaci, e per noi altri curiosi, che vogliamo andar osservando e ragionando sopra tutto, comprendendo assai poco: gli strati che succedono sarebbero per gli affaccendati, pei trafficatori, e per gli amanti che vanno a vedersi: gli ultimi pei corrieri, pei debitori, e per quelli che fuggono di prigione.

Nè punto è meraviglia, che la massa di un fiume si muova ne' varj suoi strati con velocità diverse. Ciò succede in tanti altri oggetti li più familiari, ai quali appunto per questo non facciamo riflesso.

Una ruota, che gira, si muove con massima velocità alla circonferenza, con mediocre nelle parti di mezzo, con picciola presso il centro.

Digitized by Google

Il nostro braccio, nell'alzarsi ed abbassarsi, si muove più all' estremità della mano che al gombito, e più in quest'ultimo sito, che dove l'omero si unisce alla spalla.

Così le donne, nell' aprire e chiudere il loro ventaglio, gli fanno descrivere ne' varj punti della sua lunghezza innumerabili archi concentrici sempre maggiori l'uno dell'altro, come fa pure il pavone spiegando la pomposa sua coda.

E se ciò avviene ne' corpi solidi ed uniti, come dubiteremo noi che accader non possa, e non debba, nell'acqua composta di parti cotanto mobili, cotanto minute, e facili a disgregarsi, ed a far causa da se sole?

Nulla poi tutte codeste velocità parziali, benchè varianti ad ogni punto dell'altezza del fiume, nulla, dico, impediscono, che non si conosca la sua velocità totale. Basta rinvenire la velocità media, con la quale se si muovesse tutto il fiume, tant' acqua il medesimo scaricherebbe, quanta effettivamente ne smaltisce con tutte le sue velocità differenti, come ugualmente camminerebbe una nave, sia che facesse nel primo giorno 10 leghe, nel secondo 20, nel terzo 30, nel quarto 40, sia che invece facesse 25 leghe al giorno,

Digitized by Google

giacchè nell' un caso e nell' altro, in capo ai quattro giorni, avrebbe sempre percorse 100 leghe *a*.

Con questa norma, e dietro il già lodato principio di foronomia, che le velocità, cioè, delle acque correnti sono sempre come le radici delle loro altezze, il Guglielmini dimostrò, che il Danubio scarica nel mar nero 42 milioni circa di piedi cubici d' acqua per ogni minuto. Quasi con la regola stessa il Frisio calcolò la portata del Reno, della Samoggia, del Lavino, e d' altri fiumi. E per agevolare siffatta operazione il Guglielmini or ora menzionato, e il Grandi dopo di lui, ci lasciarono il corredo di certe tavole paraboliche, coll' uso delle quali si può facilmente trovare ad ogni cenno la velocità dell' acque, e la portata di ogni fiume *b*.

Ecco quella celebre dottrina delle pressioni, e della scala della velocità de' fiumi, che fu indicata prima di tutti dal Galileo, e poscia solennemente professata dal Torricelli, dal Guglielmini, dal Grandi, dal Poleni, come pure dal

a Guglielm. *Mis. dell' acque correnti*, *Lib.* 1, *Def.* 7.
Grandi. *Mov. dell' acque*, *Def.* 5 e 6.
b Guglielm. *De aquar. fluent. mens.*, *Lib. VI.*
Frisio. *De' fiumi e torrenti*, *Lib.* 2, *Cap.* 1.
Grandi. *Mov. dell' acque*, *Tav. Parab. al Cap. VI.*

Digitized by Google

Varignon, dal Pitot, dal Bossut, ed altri idraulici famosi, sia sulle sponde dell'Arno e del Po, sia su quelle del Rodano e della Senna.

V'ebbe però un drappello di altri uomini non meno illustri, li quali osarono di chiamar a disamina ed a censura codesta dottrina, malgrado la sua fama; nè mancarono eziandio di quelli, che l'hanno risguardata come una bella illusione.

Se si verificasse, dissero alcuni, che le acque de' fiumi corressero assai più veloci verso il fondo che alla superfizie, non v'ha dubbio, che vi si formerebbe nel mezzo una cavità, o un grande infondibolo progressivo, come quello che abbiamo di sopra veduto formarsi in un vaso, allorchè l'acqua sgorga con furia da una larga apertura praticata nel fondo. Perciocchè sottraendosi rapidamente per di sotto gli strati inferiori dell' acqua molto più veloci dei superiori, rimarranno questi privi di sostegno, e dovranno quindi sprofondarsi, e cadere al basso, formando una spezie di cuna.

Non sarebbero, a dir vero, senza la loro comodità e diletto questi fiumi fatti a cuna, ove ci parrebbe di trovarci come nel fondo di una valle con belle costiere d'acqua da una parte e

dall'altra. Ma tanto è ciò lungi dal vero, che anzi la superfizie de' fiumi è spesso più alta, e quasi ricolma in sul mezzo, dove il filone si solleva, e grandeggia per modo, che piegandoci a terra sopra una delle sponde, e traguardando con l'occhio a livello di essa, noi troviamo impedita dal colmo del fiume la vista dell'opposta ripa.

Anche l'imbarazzo, o piuttosto l'incoerenza, in cui si trovano ad ogni passo li Foronomisti, mostra chiaramente la debolezza della loro teoria. Second' essi ora la scala della velocità sussiste, ed ora non sussiste.

Corre un fiume sopra un piano inclinato? Allora la scala non ha luogo, perchè la pendenza imprime all'acqua una velocità maggiore di quella, che potrebbe darle la pressione. Rimane in tal caso quest'ultima senza effetto, in quella guisa che un corpo più tardo, il quale insegue un altro più veloce, non fa sopra di esso azione alcuna, nè può sospingerlo ed accellerarlo, perchè non può mai raggiungerlo *a*.

a Velocitas non augetur tunc pressione aquæ superincumbentis eodem modo ac corpus insequens in antecedens celerius motum agere non potest. 5 Gravesand. *El. Phys. Lib.* 1, *Cap.* 10.

Digitized by Google

Cammina all'opposto il fiume lentamente, e sopra un piano quasi orizzontale? Allora tacendo la forza della pendenza, subentra la scala delle pressioni e delle velocità, come quando sul mare, cessando il vento, si dà di piglio ai remi per cacciare innanzi la barca *a*.

Ma questa maniera di ragionare non è da molti approvata. La scala delle velocità secondo essi, non dev' essere un ripiego riservato soltanto pei casi, nei quali crede l'idraulico di averne bisogno per sostener l'onore del proprio sistema. S'è legge di natura, questa dev' essere sempre attiva, o sia più tardo o più veloce il fiume, siccome un carro pesante non cessa di gravitar sul terreno, benchè si faccia marciar sollecitamente *b*.

Crebbe ancora più il dubbio in alcuni per la manifesta contraddizione, che parve loro di rico-

a Dette due cause non operano unite, ma solo per la ragion della prevalenza, ec.

Guglielm. *Nat. de' fiumi, Lib. 4, Reg. 7.*

Belidor copiando il Guglielmini dice: Ces deux causes n'opèrent point ensemble, mais à raison de la plus grande force, etc. *Archit. Hydraul. Vol. I.*

b Belgr. *Dissert. sopra i torrenti.*

Bern. *Nouv. princ. d'Hydraul., Dis. prélim., hist. et crit.*

Digitized by Google

noscere fra questa teoria della scala, e il gran principio già spiegato nella prima parte, che nelle sezioni de' fiumi permanenti le velocità sono in ragione inversa del corpo dell' acqua [a].

Sieno date, per esempio, due sezioni in un fiume di larghezza pari, ma in una l'altezza sia 4, nell' altra 1, cioè sia la prima quattro volte maggiore della seconda.

Ora per l'indicato principio egli è innegabile, che la velocità della prima sezione sarà tanto minore, quanto il suo corpo d' acqua è maggiore, ed all' incontro nella seconda tanto sarà maggiore la velocità, quanto reciprocamente è minore il corpo dell' acqua, altrimenti non ne passerebbe più per ogni punto del fiume la quantità medesima, e il fiume più non sarebbe permanente contro la supposizione. Dunque sarà nel nostro caso la velocità della prima sezione come 1, e la velocità della seconda come 4.

Ma per la teoria or ora spiegata de' Foronomisti la velocità dell' acqua è sempre come la radice delle altezze, e perciò nell' addotto esempio quella della prima sezione è come 2, radice

a Parte prima, Cap. IV e V.

Digitized by Google

di 4, e quella della seconda come 1. Dunque la velocità di queste due sezioni saranno tra loro nello stesso tempo come 1 a 4, e come 2 ad 1, ossia la velocità della prima sezione sarà quattro volte minore, e insieme due volte maggiore della seconda, il che si vede quanto sia contraddittorio ed assurdo.

Chi può negar d'altronde che l'acqua non incontri sul fondo mille resistenze ed ostacoli, e quindi non soffra un grave ritardo ed attrito?

Ora ciò non può far a meno di non ritardare a grado a grado anche gli strati superiori a cagion dell' aderenza che v'è fra le parti del fluido, aderenza riconosciuta eziandio dalli Foronomisti, li quali da essa ripetono appunto il movimento della superfizie, come si è poc'anzi veduto.

Ancorchè dunque si volesse concedere, il che però sarebbe sempre gratuito, che dalla superfizie fino a un certo punto, per esempio fino al mezzo, potesse andar crescendo la velocità degli strati, egli è necessario che da quel punto in giù sino al fondo, la velocità si vada gradatamente minorando, di modo che le corde dell'arco, o le ordinate della curva esprimente questa velocità, invece di formar, per esempio, una serie di numeri

Digitized by Google

progressivi sempre crescenti, come 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ne faranno un'altra che ritornerà indietro, e si ripiegherà in se stessa, come sarebbe questa 1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 2, 1, o qualche altra consimile *a*.

Se anche dunque in sul principio, e nei primi strati del fiume, avessero motivo i Foronomisti di compiacersi del loro sistema, rimarrebbero però sempre in progresso, e verso il fondo, mortificati e delusi. Essi farebbero come quel pazzo di Greco che misurava la sua gloria e possanza dalla propria ombra, e perciò in sul mattino veggendo l'ombra sua molto più lunga del corpo, si compiaceva estremamente, e si pavoneggiava per tutte le strade, ma verso il mezzodì, quando si alzava il sole, e s'impiccioliva l'ombra, egli perdeva la boria, e correva ad appiattarsi.

Egli è appunto per queste ragioni, che fu creduto da molti un sogno quello di voler applicare la parabola al corso dell'acque negli alvei de' fiu-

a In tal caso l'arco comincierà a discostarsi dall'asse, indi allontanatosi sino ad una distanza massima, si ripiegherà in dentro, e forse in fondo arriverà ad esso, o si butterà indietro con movimento retrogrado.
Lecchi. *Idrost. Esam. Par.* 2, *Es.* 2.

Digitized by Google

mi *a*. Egli è per lo stesso motivo che le Tavole paraboliche, ed idrometriche, del Guglielmini, e del Grandi, sopraccennate si trovarono in pratica per lo più discordi del vero *b*.

Ma ciò che più di tutto ha scemata la fiducia, che avevasi nella teoria della scala di velocità, egli è, che per quanti tentativi si sieno fatti sinora sopra i fiumi, non ve n'è alcuno, che col suffragio autorevole dell' esperienza l'abbia convalidata, come si vedrà immantinente.

a Sarebbe veramente un poetico fingimento il pretendere di voler raffigurare la somma delle irregolarissime velocità di ciascuna sezione de' fiumi col simbolo del solido parabolico del Grandi, e del Guglielmini, ec.

Lecchi. *Idrost. Esam. Par.* 2, *Esam.* 3.

b Secondo anche il sentimento del Manfredi la tavola del Guglielmini è bisognosa di riforma.

Zendr. *Leggi, e fenom., Cap. IV, n.* 29.

Digitized by Google

CAPO IV.

Sperimenti fatti per rilevare la scala di velocità ne' fiumi.

Il Castelli era solito di adoperare un galleggiante, che stava però quasi tutto immerso nell'acqua, onde ricevesse l'impulso in ogni sua parte. Indi presi due tronchi di fiume di pari lunghezza, e misurato con le vibrazioni di un pendolo il tempo impiegato dal galleggiante in percorrere li due tratti uguali del fiume, veniva a rilevare qual fosse la loro velocità rispettiva.

Ma siccome un tal metodo era proprio soltanto a far conoscere la velocità delle parti prossime alla superfizie, e non già quella degli strati più bassi, sui quali appunto cade la questione, così si tenne per imperfetto *a*.

Fu quindi dal Cabeo sostituita al galleggiante un'asta, che trapassava tutto il fiume dall'alto al basso. Per poter poi sostenere l'asta ritta, ed

a Castel. *Della mis. dell' acque corr.*
Grandi. *Mov. dell' acque*, *Cap. VI*, *Prop.* 40.

Digitized by Google

in piedi, le si adattava da uno de' capi, cioè dal superiore, un corpo leggiero, qual è un pezzo di sovero, o una vescica ripiena d'acqua; e dall'altra estremità le si appiccava un picciolo peso *a*.

Il Barattieri al sovero, ed alla vescica, surrogò una tavoletta trasversale di legno, come più capace di sostener l'asta a fior d'acqua, e di servirle di appoggio a dritta ed a manca, onde non traballasse, e non cadesse o sopra un lato, o sopra l'altro. Si voleva, che questa tavoletta facesse l'uffizio, che fa il contrappeso de' ballerini da corda; ma l'asta, con tutto il suo contrappeso, si rovescia quasi sempre sul fianco *b*.

L'asta del Bonati, che può avventarsi nel bel mezzo del fiume per tentar di riconoscere, anche dove si trova più profondo, le sue correnti, è una imitazione di quella del Cabeo, ma migliorata dal riflesso, e dall'esperienza *c*.

Un'altra imitazione n'è pur quella del cilindro di legno, o travicello usato dal Lecchi, che immerso nel fiume sta ritto in piedi assai meglio dell'asta in grazia della sua maggior grossezza.

a P. Cabeo. *Delle meteore*, *Lib.* 1, *Quest.* 3.
b Barattieri. *Archit. d'acque*, *Lib.* 1, *Cap.* 6.
c Mem. della Soc. Ital. delle Scienze, ec. Tom. II.

Digitized by Google

Inalberato ei porta sulla estremità superiore un lungo stilo con una banderuola, che restando eminente fuori dell'acqua serve in certa guisa di esploratrice, ed insegna qual sia la velocità degli strati.

Se nel cammino, che fa il travicello natante, la bandiera si piega all' indietro, ciò mostra che il fiume corre più veloce di sotto che di sopra, e quindi, andando innanzi più presto la parte inferiore del cilindro, dee coricarsi sull' acqua la superiore, come chi sdrucciola in avanti con ambi i piedi, convien che cada rovesciato in sulla schiena. Al contrario, se la bandiera s' inchina verso la corrente, ciò vuol dire, che il fiume è più veloce in alto che abbasso, e perciò il travicello avanza col capo, e ritarda col piede, come quegli, che inciampa, o a cui dassi il gambetto, va colla testa innanzi boccone sul suolo *a*.

Così appunto si ragiona eziandio per l' asta del Cabeo, del Barattieri, e del Bonati. Quand' ella cade supina, e col capo indietro, si dice, che il fiume corre più velocemente di sotto, e viceversa.

Più semplice, ed ingegnoso è l' artifizio usato

a Lecchi. *Idrost. Esamin. ec., Art. 4, Reg. 8.*

Digitized by Google

dal Mariotte, quello cioè di due palle attaccate con un filo di seta, una più leggiera, che nuota a galla, l'altra più grave, che si tuffa nell'acqua, e che col suo peso tien retto ed allungato il filo *a*.

Se viaggio facendo la palla sommersa va innanzi, e tira seco anche la leggiera, è chiaro indizio, che la velocità dello strato inferiore vince quella del superiore; e se la galleggiante avanza di cammino, e la più bassa rimane indietro, allora è segno, che la superfizie del fiume è più veloce *b*.

Or ciò che accade quasi sempre, e massime nei canali regolari, egli è, che le palle o vanno diritte, ed a paro, o precede la superfiziale, traendosi dietro anche l'altra, come se questa per appunto fosse vinta, e quella vittoriosa; il che ha non poco abbattuto l'alacrità de' Foronomisti. Vero è, che nel passare di sotto a' ponti scorgesi un effetto diverso, e per ordinario allora precede la palla inferiore, e s'arretra un po' la

a Mariotte. *Du mouv. des eaux*, *Part.* 2, *Disc.* 3.
b Grandi. *Movim. dell' acque*, *Cap.* 6, *Prop.* 41.
Lecchi. *Idrost. esamin.*, *Esame* 3.
Cav. Brunacci. *Mem. dell' Ist. Naz.*, *Tom.* 1.

Digitized by Google

galleggiante, ma ciò nasce senza dubbio dalle correnti, che vi si formano, e che travolgono la palla più bassa *a*.

Ripetuti gli stessi sperimenti dal Bonati or ora menzionato, vide pur egli le palle quasi sempre camminare ugualmente. Ed avendo anche talvolta intorbidata con fango l'acqua, osservò, che la nuvoletta ondeggiante non dava indizio alcuno di essere sospinta più dall'acqua di sopra, che da quella di sotto *b*.

Il vaso parallelebipedo del Nadi, che suol chiamarsi la pinta idrometrica, è parimenti uno di quegl' industriosi trovati, con cui si è tentato di conoscere a varie altezze la velocità de' fiumi.

Codesto vaso è attaccato ad una lunga spranga, o asta di ferro, ed ha un pertugio, che si chiude, e si apre a piacere, stando fuori dell' acqua, per via di un ordigno. L' asta è armata di un' acuta punta per poter conficcarla, e fermarla bene nel fondo del fiume. Il vaso poi può essere alzato, ed abbassato con una funicella, che passa per certi anelli posti lunghesso la spranga,

a Mariotte. *Loco cit. Reg. V. Vedi Cap. VIII della Parte prima, e Cap. VII di questa seconda.*

b Cav. Bonati. *Esper. sul sist. del Genneté. Osserv.* 16 *e* 17.

Digitized by Google

onde tentare così la velocità del fiume a varj gradi d' immersione *a*.

Ma siccome tuffando il vaso tanto nell'acqua stagnante, come nella corrente, si è sperimentato, che vi entrava nell' un caso e nell' altro a un dipresso la medesima quantità di fluido, così non parve, che la pinta idrometrica fosse giudice competente per decidere così gran lite *b*.

Più semplice, e più felice è l'invenzione del tubo ricurvo di Pitot. È desso composto di un cannello piegato nella sua estremità inferiore a guisa di una lunga pipa alla turchesca. Al braccio più breve si può pure applicare, se si voglia, una bocca fatta a foggia di tromba, o d'imbuto, perchè possa offrire l'ingresso ad un maggior volume d'acqua. M.r Belidor servivasi sempre del tubo corredato in questa guisa *c*.

Ora immergendo il cannello a più altezze, e presentando al corpo del fiume il braccio più breve, dee l'acqua penetrare, ed ascendere nella

a Grandi. *Mov. dell' acque*, *Cap.* 6, *Prop.* 46.
b Zendr. *Leg. e Fenom.*, *Cap.* 4, *n.* 20.
Manfr. *Annot. alla Nat. de' fiumi*, *Cap.* 7, *n.* 12.
c Mém. de l'Acad. des sciences, an. 1732.
Belidor. *Arch. Idraul.*, *Tom.* 1, *Lib.* 1, *Cap.* 3.

Digitized by Google

canna tanto più alto, quanto maggiore sarà la velocità, da cui è animata.

Ma neppur quest' artifizio, benchè ingegnoso, ed agevole all' uopo, trovasi senza i suoi difetti, come sagacemente si è osservato dallo Zendrini *a*.

Forse dopo gli studj del Michelotti, e dopo quelli altresì del Cav. Brunacci, il quale cercò di perfezionarlo recentemente, e di applicarlo ai fiumi più profondi, potrà esso rendersi di una più sicura, ed utile applicazione *b*.

Certo è per altro, che le sperienze fatte sulla Senna col tubo ricurvo dal suo autore medesimo, da M.r Pitot, non sono in alcun modo favorevoli alla teoria de' Foronomisti *c*.

Anche la ventola dello Ximenes, aggirantesi sopra un asse verticale tenuto immerso nel fiume, e soffermata ora da un peso maggiore, ora minore, secondo la velocità dell'acqua, ebbe per qualche tempo, come avviene di tutte le cose nuove, la sua fama, e la sua voga. Fu però questa breve,

a Zendr. *Append. alla Par.* 1 *del Cap.* 4 *delle Leggi e Fenom.* ec.
Venturoli. *Elem. di Meccan.* ec., *Tom.* 2, *Lib.* 3, *Cap.* 14.
b Michel. *Sper. Idraul.*, *Tom.* 2, *Disc.* 3.
c Mém. de l'Acad. *loc. cit.*
Bern. *Nouv. Princ. d'Hydr.*, *Chap.* 2, *Sect.* 23.
Lecchi. *Idros. Esam.*, *Part.* 2, *Esam.* 4.

Digitized by Google

avendo gl' idraulici ben presto riconosciuto la difficoltà di poter far uso con successo di un ordigno sì mobile, e naturalmente più acconcio ad indicare la direzione de' venti sull' alte torri, di quello che a misurar la velocità delle grandi e profonde riviere *a*.

Ma lo stromento più accreditato, e nel quale pareva, che ripor si dovesse la maggior fiducia, è quello della palla a pendolo.

Attaccando ad un filo una palla di metallo, o di legno pesante, e lasciandola cadere nel fiume verticalmente a varie profondità, l' angolo di deviazione dal perpendicolo, che si noterà dal filo sopra un quadrante, o una squadra, che vi è unita a tal uopo, dovrà mostrare il grado di velocità dell' acqua nel sito, in cui è discesa la palla, chiaro essendo, ch' essa riceverà tanto maggior impulso, quanto più rapida sarà la correntia del fiume in quel luogo.

Fa la palla in tal caso il giuoco del cervo volante, allorchè spirano i venti di primavera, il quale, quanto più soffia il vento, tanto più s' in-

a Ximenes. *Nuovi Sperim. Idraul.*
Venturoli. *Ibid. Cap. VII, n.* 361 *ec., e Cap. XIV, n.* 421.

Digitized by Google

nalza nell'aria, mentre il filo, tenuto in mano dal fanciullo che corre, fa un angolo sempre maggiore col terreno. Così se allungando la funicella, che sostiene la palla, e lasciandola discendere a maggiori altezze, si trovi, che crescono gli angoli della deviazione, ossia che la palla semprepiù si solleva, sarà indizio, che le velocità, e le forze degli strati del fiume crescono anch'esse del pari.

Questo metodo, come scientifico, ed avente l'aria di una dimostrazione, fu adottato dal Guglielmini, dal Manfredi, dall'Ermanno, dal Ceva, dal Grandi, e da un altro buon numero di dotti *a*.

Ma nelle diligentissime sperienze fatte dallo Zendrini sopra varie sezioni del Po nelle circostanze di una visita solenne, e coll'intervento di molti chiarissimi matematici, ed idraulici, si trovarono tali varietà, e così assurdi stranissimi risultamenti, che non poterono far a meno di

a Guglielm. *Mis. dell' acque cor.*, *Lib.* 2, *Prop.* 9.
Grandi. *Mov. dell' acque*, *Cap.* 6, *Prop.* 42, 43, *ec.*
Herman. *Phoron. Lib.* 1, *Prop.* 41.
Ceva. *De' fiumi*, *Prop.* 4 *e* 6.
Lecchi. *Idros. Esam. Par.* 2, *Esam. V e VI.*

Digitized by Google

non lasciar una forte, e ragionevole dubbiezza *a*.

Nelle prove fatte a Crespino, ed a Raccano, il Po aveva l'altezza di 24, di 26, e perfino di 33 piedi. Se però nella prima sperienza, cioè dove alto era il fiume 24 piedi, la palla a pendolo, ad ogni immersione di circa un piede, deviava di dieci gradi, e se alla profondità di 5 piedi faceva già un angolo di gradi 70, compresi 20 per la velocità della superfizie, dunque all'altezza di 7, l'angolo avrebbe dovuto essere di 90 gradi, ossia retto, e a quella di 10 o 12, cioè alla sola metà del fiume, la palla sarebbe stata spinta fuori dell'acqua, e balzata in aria con manifesto assurdo, non potendo l'acqua, come si esprime quel celebre uomo, con tutta la velocità che può concepire, quando questa non fosse infinita, giunger mai a tener sospeso il pendolo orizzontalmente *b*.

Così nel secondo sperimento, dove l'altezza del Po era di piedi 26, deviando il pendolo per

a Zendr. *Leggi e Fenom.*

b L'angolo di deviazione verrebbe ad essere maggior del retto, con manifesto assurdo ec.

Zendr. *Leggi e Fenom.*, *Cap.* 4, *n.* 16.

Digitized by Google

ogni piede d' immersione gradi 9, e all' altezza di 5 piedi formando già un angolo di gradi 66, compresa la velocità della superfizie di gradi 21, discesa che fosse la palla a soli gradi 12, avrebbe dovuto fare un angolo di 120, e volar in conseguenza per trenta gradi al di sopra del fiume, ciò ch' è non meno impossibile del primo caso. Dunque anche questo metodo ci porterebbe a gravissime incongruenze, ed errori *a*.

Per quanto poi abbiano in seguito studiato il Michelotti, ed il Lecchi per riporre in credito la palla a pendolo, che dopo le sperienze dello Zendrini era già molto decaduta di riputazione, poco frutto ne trassero, non avendo mai potuto evitare le difficoltà, che vi sono unite, cioè le oscillazioni, e gl' incurvamenti del filo, non meno che i tremori, e balzi continui, a cui va esso soggetto, quand' anche sia sottilissimo, e per cui ora si agita come un convulsionario, ora guizza, e si vibra stranamente, ed ora manda perfino un suono, come fa una corda da liuto, quando è

a Dalle quali cose chiaramente apparisce la incongruenza delle illazioni, ed essere impossibile, che avvicinandosi al fondo con le immersioni possa sussistere la legge degli accrescimenti. *Idem*, *ibidem*, n. 17.

b Michelotti. *Nuovi esp.*, *Tom. II.*

Lecchi. *Idrost. esamin.*, *Part.* 3, *art.* 2.

Digitized by Google

percorsa *b*. Il prelodato Cav. Brunacci, fattene le prove con tutte le avvertenze possibili, sempre vi rimarcò questi difetti. Anche il Lecchi aveva notato alcuni degl' indicati fenomeni *a*. Quindi è, che il Professor Venturoli propose recentemente un nuovo pendolo, ch' egli chiama idrometrico composto, e che sembra dover molto meglio corrispondere all' oggetto contemplato. Egli è però a desiderarsi, che sia istituito col detto stromento un buon numero di sperienze, per poter apprezzarne il merito più fondatamente *b*.

Ho io pure tentato di conoscere la velocità dell' acque correnti con altri mezzi, e fra questi col tenere immerso nel fondo di un fiume un vaso conico di rame, ripieno d' olio tinto di nero, o di rosso.

Schiudendo poscia il pertugio praticato alla punta del cono, il che potevasi fare agevolmente stando fuori dell' acqua con un ordigno, come si è detto della pinta idrometrica, l' olio come più leggiero dell' acqua, saliva dirittamente

a Il filo della palla, portato dall' acqua velocemente corrente, è sottoposto a continui tremori, e balzi, or su, or giù, con notabili variazioni di molti gradi in brevissimo spazio di tempo.

Idem, ibid., Esam. V, n. 2.

b Ventur. *Opera cit. Vol. II, Part.* 3, *Cap.* 15, *e Vol. III, Sez.* 6.

Digitized by Google

alla superfizie, formando, s' era tinto di nero, una lunga riga oscura, come quelle delle formiche, allorchè vanno alla preda, e se rosso era il colore, ascendeva per l' acqua la purpurea colonnetta, imitando il getto del sangue cacciato dalla mano, mentre questa sta immersa nell'acqua riscaldata.

Or io diceva a me stesso: se negli strati inferiori de' fiumi v' è una scala di rapide correnti, le colonnette nere, o purpuree, saranno all'istante troncate nell' uscio del vaso, e disperse; ed all'opposto se la velocità degli strati non è guari diversa, sorgeranno quelle seguitamente fino alla superfizie. Ora quest' ultimo effetto è quello appunto, ch' è sempre accaduto, salvo che le righe piegavano un poco, come far dovevano, a seconda del fiume, ciocchè vedrassi meglio nella terza Parte.

Ma che più? Le recenti accuratissime sperienze, e massime quelle dei due matematici, ed idraulici illustri Dubuat, e Prony, provano incontestabilmente, che ne' canali regolari le velocità dell'acque correnti non solo non vanno crescendo dalla superfizie al fondo, ma vanno anzi alcun poco diminuendo pel motivo già indicato

Digitized by Google

degl' impedimenti e degli attriti del fondo stesso, li quali comunicar debbono necessariamente a grado a grado la loro azione anche alle parti superiori [a].

Che si dovrà dunque credere di questo celebre sistema? Sarà egli, come molti pensarono, una mera ipotesi, ed una vana illusione? Dirò ciò ch' io penso. La scala di velocità, figlia, come ho detto, della Foronomia, non ha propriamente luogo, che ne' vasi, e ne' tenui zampilli. Fu ingegnoso senza dubbio il pensiero di volerla applicare anche al corso libero delle riviere, ma l' esperienza ha deciso in contrario, e il suo giudizio è inappellabile.

Sarebbe però spingere, come alcuni hanno fatto, l' intolleranza all' eccesso, se si volesse ir-

a Ces expériences prouvent d'une manière évidente, que les vitesses des filets d'eau vont en croissant depuis le fond d'un courant règlé jusqu'à sa surface, etc.

Dubuat. *Princ. d'Hydraul.*, *Part.* 2, *Sect.* 1, *Chap.* 6.

Prony. *Recherches Phis.*, *Mathém. sur la théor. des eaux cour. Chapit. XV*, *art.* 190, *et suiv.*

Le formole proposte da quest' ultimo eccellente Fisico, e Matematico per esprimere la velocità media, data la superfiziale, è più esatta, e più adattabile alla pratica di quella del Dubuat, abbenchè questa sembrasse più semplice.

Idem, ibid., n. 194 e 195, come pure *le tableau compar. de l'expér.* n. 4, e n. 5.

Digitized by Google

remissibilmente, ed in tutti i casi proscrivere dalle acque correnti codesta teoria.

Vi sono parecchie circostanze, e certi casi particolari anco ne' fiumi, dove le acque agiscono a un dipresso come ne' vasi. Allora, o in tutto o in parte, può aver luogo il sistema in questione.

Nei sostegni, per esempio, che si fanno ai canali per alzar l'acqua, e renderli navigabili, ognuno avrà veduto, che se a caso siavi un pertugio, o un fesso, nella porta che attraversa e sostiene il fiume, l'acqua stridendo sprizza fuori con tanto più d'impeto, quanto più basso trovasi il pertugio; perchè in siffatta circostanza il tronco gonfio del canal superiore fa per appunto in certo modo l'uffizio di un vaso ripieno d'acqua, e perforato in uno de' lati.

Ecco pure il motivo, per cui se la sponda di que' fiumi, che devono tenersi da noi sciaguratamente sospesi ed eminenti a forza d'argini, sia trapassata da cieca talpa, o da topo acquajuolo, l'acqua vi si caccia, e prorompe con tale veemenza, che rodendo il terreno, ed ampliando il foro, può esser cagione, come talora è accaduto, di grave disastro.

Similmente qualora il fiume incontra un osta-

Digitized by Google

colo, o deve passare per uno stretto, e quindi è obbligato a ritrocedere, ed innalzarsi, si osserva che l' acqua negli strati più bassi, e verso il fondo, vi forma delle rapide correnti, che hanno la forza di scavare il suolo profondamente.

V' ha dunque de' casi particolari, e delle circostanze, nelle quali eziandio ne' fiumi opera l' acqua a un dipresso come fa quella ch' esce con forza dai pertugi de' vasi, il che apparirà più chiaro ancora quando parlerò de' rigurgiti.

Ma prima giova conoscere anche gli altri due celebri sistemi sulla proporzione della velocità con l' altezza delle acque correnti, per indi poi paragonarli tutti e tre fra loro, e giudicare quale di essi sia il più conforme alle leggi della natura.

Digitized by Google

CAPO V.

Degli altri due sistemi sulla proporzione della velocità con l' altezza dell' acque correnti. Parallelo fra tutti, e giudizio.

Abbenchè la dottrina del Torricelli e del Guglielmini sulla velocità de' fiumi, nata, come si è detto, dalla Foronomia, si avesse acquistato un gran numero di partigiani e seguaci, pure non giunse mai ad abbattere il sistema del Castelli, del padre dell' idraulica.

Il Castelli appunto fu il primo, che con un metodo ragionato, e con una serie di sperimenti ben ordinati, si ponesse ad investigare con qual proporzione si alzassero, o si abbassassero le acque correnti ne' canali, coll' aggiungerne, o col toglierne una quantità determinata.

Cento sifoni uguali prendevano a tal effetto l' acqua da una gran vasca eminente, e la portavano in un canale più basso, dove formavano ora un rigagnolo, ora un ruscello, ora un rivo; giacchè codesti sifoni potevano farsi giuocare, o tutti, o in parte, a piacere.

Digitized by Google

Venne dunque in tal guisa quel valoroso uomo a conoscere, che per produrre nel canale un'altezza doppia, era d'uopo che fosse la quantità dell'acqua quadrupla; che per far tripla quella esser dovea nonupla questa; che per aver quattro volte l'altezza, conveniva portar l'acqua a sedici, per averne cinque, a venticinque, sei, a trentasei; insomma che per ottenere le altezze dell'acqua come i numeri progressivi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, la quantità dell'acqua doveva essere come 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100, ossia espressamente come li quadrati delle altezze medesime [a].

Sorprendente invero è questo fenomeno, il quale dimostra che un fiume, quanto è più grande e più ricco d'acque, tanto più si rende capace di assorbirne ancora dell'altre, senza dar segno di un considerabile accrescimento.

Perciocchè per dare ad un fiume una doppia altezza, basterà l'aggiungere, come si è or ora veduto, a quella, che già vi è, tre altre uguali quantità d'acqua, e farle quattro. Ma per alzare il fiume di un altro grado, e portarlo così a tre

a Castelli. *Della mis. dell'acque corr.*, *Lib.* 2, *Prop.* 4.

Digitized by Google

altezze, converrà che alle quattro se ne aggiungano altre cinque parti, e si facciano nove, e così progressivamente sarà mestieri, che le aggiunte sieno di sette, di nove, di undici, di tredici fiumi eguali al primo per aver ogni volta un solo grado di più d'altezza.

La cagion di questo fenomeno è quella meravigliosa proprietà dell'acqua, che abbiamo già lungamente, ma non troppo mai, considerata nella prima Parte, quella cioè di allungarsi e di assottigliarsi di corpo, quanto più si fa veloce.

Ora dubbio non v'è, che l'aggregazione delle acque non confluisca ad accrescere la loro velocità, e perchè si scema realmente la somma degli attriti, e perchè una vasta colonna è più forte e più capace di vincere gli ostacoli che rimangono, e perchè un gran fiume giunto alle foci stramazza dall'alto sulla bassa superfizie del mare, e comunica il suo moto anche alle parti più lontane.

Non è dunque da sorprendersi, se può un gran fiume assorbire un altro fiume minore di lui, senza che mostri un notabile aumento di altezza, come in un opulentissimo patrimonio un centinajo di scudi si perde, e non si ravvisa,

Digitized by Google

laddove aggiunta la stessa somma a un povero retaggio diviene un oggetto importante.

Avendo poscia il Castelli ripetuto i suoi sperimenti con ordine inverso, e dal suo fiume artifiziale, composto di cento rigagnoli eguali, avendone sottratto 19, trovò che il fiume si abbassava di un decimo; col toglierne 17 si scemava l'altezza di un altro decimo, e così successivamente levandone 15, 13, 11, 9, 7, 5, 3, si andava ogni volta l'altezza minorando di un decimo, finchè, rimasto un rigagnolo solo, l'altezza parimenti a un sol decimo si riduceva.

Quanto più dunque si fa basso e povero un fiume, tanto più risente l'effetto delle sottrazioni, siccome, per ritornare al nostro esempio, l'uom ricco e pecunioso non si accorge guari dei primi colpi dell'avversa fortuna, ma quando poi, dopo molte disgrazie e giatture, declina verso la povertà, bastano allora anche i minori danni per farlo precipitare in ruina.

Il Barattieri, avendo ripetute con doccie e canali a tal uopo disposti le sperienze stesse, ed avendo inoltre praticate accuratissime osservazioni sul condotto di Codogno, ch'era esposto agli occhi di tutti, e che non poteva in alcun

modo essere alterato, trovò conforme pienamente al fatto la dottrina del Castelli *a*.

Similmente il Montanari, quell' uomo di tanta prudenza e circospezione, che non azzardavasi mai di pronuciar sopra cosa, che non avesse prima intimamente esaminata e conosciuta, sostenne sempre costantemente, ad onta delle sperienze del Torricelli, a lui notissime e familiari, che nel corso libero ed aperto de' fiumi la natura segue una legge diversa da quella dell' acque scaturienti dai pertugi de' vasi, la legge cioè dimostrata dal Castelli, e raffermata dal Barattieri *b*.

Con non minor fermezza il Cassini professò solennemente la stessa dottrina, e con esperimenti fatti in Roma nella pubblica luce l' ha confermata, e convalidata *c*.

Ora un sistema sostenuto da questi quattro uomini famosi, come il cocchio de' Re ne' giuochi olimpici era tirato da quattro cavalli di fronte, non poteva certamente mancare di aver un gran credito, e un buon numero di seguaci anche ne' giorni i più fortunati della Foronomia.

a Baratt. *Architet. d' acque*, *Part. II*, *Lib.* 3, *Cap.* 2.
b Zendrini. *Leggi e Fenom. ec.*, *Cap. IV.*
c Raccol. di Bolog. dell' anno 1682, pag. 71

Digitized by Google

Secondo dunque questo sistema per far alzare il Po del doppio ci vogliono quattro Po, per farlo elevar del triplo si ricercano nove Po, e così per alzarlo del quadruplo se ne richiedono sedici, del quintuplo venticinque, del sestuplo trentasei, del decuplo cento, sempre compreso quello ch' esiste.

Or posto che il Reno di Bologna sia la trigesima parte del Po, il che sembra poco lontano dal vero, se per far alzare quest' ultimo del doppio ci vogliono altri tre Po, dunque novanta Reni equivalenti appunto a tre Po, non potrebbero elevarlo se non che il doppio di prima, e per conseguenza un Reno solo non avrebbe forza di alzarlo che di una nonagesima parte.

Posta quindi l' altezza mediocre del Po di piedi quindici, ossia di pollici cento e ottanta, il Reno introdotto nel Po, non lo eleverebbe che di pollici due.

Ardeva appunto a que' tempi la famosa controversia fra i Bolognesi e i Ferraresi per la immissione di Reno in Po.

Gli uni la riguardavano come il solo rimedio ai mali, ond' era il loro territorio afflitto, e altamente dicevano, che il tener per forza se-

Digitized by Google

parato quell'influente dal comun ricettacolo di tutte le acque Lombarde, dal Po, era un opporsi violentemente agl' inviti e agli esempj della natura: che fiume mai non interrisce fiume, ma serve anzi con la propria energia, e coll' immenso peso dell' acque unite a sgombrare il letto del comun recipiente, ed a profondarlo: che se trenta Reni hanno formato il Po, e per tanti secoli mantenuto, uno di più non potrebbe alterar giammai la sua costituzione *a*.

Gli altri all' incontro credevano la immission perniziosa non solo a se medesimi, ma eziandio ai loro vicini, dicendo, che la unione del Reno al Po farebbe alzare notabilmente quest' ultima riviera, non solo per l'aggiunta di un considerabile volume d'acque, ma per le deposizioni altresì delle terre e delle bellette, le quali ne restringerebbero l'alveo, sicchè i popoli finitimi sarebbero esposti a fatali allagamenti, o dovreb-

a Padus triginta flumina in mare Adriaticum defert.... Celeberrima ex his Apennini latere Tanarum .... Trebiam .... Rhenum etc.
Plin. *Hist. Nat. Lib. III*, 16.
Relaz. del Card. Gaetano 1610.
Visita del Card. Capponi 1621.
Relaz. di Mons. Corsini 1628.
Voto dei Card. d'Adda, e Barberini 1699.
Voto di Mons. Riviera 1716.

Digitized by Google

bero rialzar sempre più gli argini di quel fiume reale con immenso dispendio *a*.

Egli fu appunto allora, che il Guglielmini propose il suo nuovo sistema, il quale, più riservato essendo di quello del Castelli, era insieme più proprio a trovar fede anche presso alcuni dell'opposto partito. Concedendosi con esso, che il Reno avrebbe fatto alzare il Po di otto a dieci pollici, invece di due, quelli, che avevano mosso guerra al Castelli, si contentarono di aver guadagnato qualche cosa, e furono quindi men ritrosi dal prestare orecchio alla nuova teoria, e dall'accettare in certa guisa la spezie di accomodamento, che offeriva loro il Guglielmini.

Ecco come le umane opinioni, e gli affetti, hanno sempre preteso di fissare a lor modo le leggi della natura, e dissero: tu, Sole, guiderai il tuo carro diurno intorno alla terra, regina degli astri, pel cui solo servigio, ed ornamento sei nato: tu, Moro dell'Africa, non sei già

a Ceva Commiss. dell' Arcid. Cam. di Mant. Scritt. sulla immiss. di Reno in Po.

Altra Scritt. del Moscatelli Prefetto dell' acque ec.

Corradi. *Effetti dannosi, che produrrà il Reno ec.*

Ragguaglio sulla causa del Reno, e sugli effetti, che cagionerebbe ec.

Della inalveazione de' fiumi del Bol., e della Romagna.

Digitized by Google

uomo, e perder devi le dita delle mani nel girar la mola delle mie officine, o le virili membra per esser fido custode delle cento compagne del mio letto: voi, malattie, siete tutte un tristo germoglio del sangue, e quindi è sempre giusto di svenare l'infermo sino all'agonia per risanarlo: voi, fiumi, siete uno zampillo delle montagne, ond'è più chiaro del giorno, che la vostra velocità è in ogni punto come la radice delle altezze.

Mentre però segnavasi un armistizio fra i due partiti, e già si trattava di pace, sorse all'improvviso per il Reno grande in Olanda una lite non men romorosa di quella, ch'era nata per il picciol Reno in Italia. Sembra, che questo nome sia destinato ad eccitar grandi contese in idraulica.

Si sa, che l'Olanda, per prodigio dell'umana industria, fu tolta in gran parte all'ingordo Oceano, il quale non ha mai saputo perdonarle l'offesa, e si è quindi sempre congiurato co' suoi fiumi per riconquistare il possesso primiero.

Trattavasi dunque di sapere, se per liberar quell'illustre paese dalle inondazioni già divenute ormai troppo frequenti, e micidiali, della Mosa,

Digitized by Google

del Reno, ed altri fiumi, che passano sul suo suolo, si dovessero fare nuovi tagli, e nuovi diversivi, ovvero piuttosto diminuire il numero di quelli, che già esistevano.

Perciocchè v' avea di coloro, che dicevano, doversi ancor più dividere, e suddividere il Reno in molti altri rami, e canali, onde debilitarlo in tal guisa, ed esaurirlo di forze, in modo che deposta, suo malgrado, l'alterigia, divenisse impotente ad invadere il paese, come si usa con li furiosi, li quali, coll'aprir loro tutte le vene, e col renderli semivivi, si conducono finalmente a starsene umili, e cheti.

Altri all'opposto esclamavano, che anzi dalla soverchia moltiplicazione de'diversivi e canali fatti ne' tempi addietro da Druso, da Corbulone, ed altri Generali Romani, poi ne' secoli a noi più vicini dai Batavi moderni coll' ottimo fine di agevolar l'interna circolazione, proveniva il presente sconcerto del fiume: essere il Reno divenuto con ciò troppo pigro, ed inabile a smaltire la gran copia delle acque, che gli sopravvengono incessantemente alle spalle, massime in tempi di piena; da novanta fiumi tributarj nel lungo suo corso dalle Alpi Elvetiche al Mar Germanico:

Digitized by Google

dover esso quindi stranamente ingorgarsi negli ultimi tronchi, e formarvi un corpo immenso, in quella guisa che pel ristagno degli umori nei minuti vasi succede spesso nel corpo umano la gonfiezza, e l'idropisia: esser dunque necessario, dietro la voce dell'esperienza, il concentrar nuovamente in una gran massa le acque del fiume per ridonargli con tal mezzo l'antica sua forza e velocità, con la quale soltanto potrebbe rendersi capace di profondare il proprio letto, e di portare con impeto le sue acque in seno del mare, invece di essere costretto a ritornare indietro, ed a rovesciarsi sul paese, come ora far deve per difetto d'impulso, e di energia.

Di quest'ultima sentenza era il Genneté, e certamente si sarebbe appigliato al partito più saggio, se non avesse portate le sue idee alla disorbitanza, e all'eccesso. Ma egli fu appunto in tal circostanza che propose e sostenne quella celebre dottrina, di cui abbiamo già fatto un cenno nella prima parte, quella cioè, che per quanti fiumi si uniscano in uno solo, non può mai crescer di molto l'altezza delle sue acque, e viceversa che un fiume può esser diviso in un

Digitized by Google

gran numero di fiumi uguali a lui, senza che per questo si diminuisca guari il suo volume.

La velocità de' fiumi, diceva il Batavo idrometra, cresce a un dipresso come la quantità dell'acqua che vi si aggiunge, e scema in ragion di quella che vi si toglie. Coll'aggregazione di nuove acque non farà dunque un fiume che divenir più veloce, e con la sottrazione più tardo, ma il corpo del fiume rimarrà sempre presso a poco lo stesso.

Il Reno, soggiugneva il Genneté, riceve presso Magonza il Meno, che non è di molto inferiore a lui; ma con tuttociò, dopo la loro unione, non vi si scorge un aumento sensibile.

L'Enno, presso Passavia, prima ch'entri nel Danubio, ci lascierebbe in forse a quale de' due fratelli appartener dovesse la primazia. Pure il Danubio, dopo di aver conquistato l'Enno, non dà indizio di un notabile ingrandimento.

Il Tevere, accolte le acque del Teverone, non comparisce più ricco di quello di prima. Ogni paese insomma ci presenta esempj di questo singolare, e meraviglioso fenomeno. Non è, non è che l'abitudine, che ci rende stupidi, e quasi ciechi: ciò che sempre si vede non ferisce.

Digitized by Google

Nè contento di questi esempj adduceva in suo favore il Genneté molte sperienze, fatte, com'egli scrisse, solennemente a Leida, dalle quali risultava, che si possono aggiungere ad un fiume altri cento fiumi uguali a lui senza farlo tampoco alzare al doppio di prima [a].

Io qui non parlo per ora che di questa parte del suo sistema, che risguarda la unione di fiumi a fiumi, giacchè dell'altra parte, che concerne la diramazion di un fiume in più fiumi, si dirà tra poco nel trattar dei diversivi.

Parlando dunque dell'aggregazione di acque ad acque, ben si conosce agevolmente, ad onta delle ragioni, degli esempj, e delle sperienze indicate, che codesto celebre sistema è troppo spinto, ed esagerato. S' e' fosse vero, potrebbe un fiume contenere una quantità d'acque immensa, e concepire una velocità pressochè infinita. Diamone un esempio.

Il Riccioli, nella sua geografia, calcola, che tutti li fiumi dell'Europa siano prossimamente pari a ventitrè volte il Danubio. Dunque se tutti i nostri fiumi europei, uguali a 23 Danubj, fossero

a Esperim. sopra il corso de' fiumi. Lett. del sig. Genneté ec. anno 1760.

Digitized by Google

uniti al Danubio, non lo farebbero elevare, secondo questo sistema, nemmeno di un quarto della sua solita altezza; giacchè per far alzare un fiume del doppio, conviene aggiungervi, come si è detto, più di cento fiumi uguali a lui. Perciò, posta l'altezza media del Danubio di 12 piedi, non si alzerebbe in tal caso il medesimo neppur di tre piedi.

Dunque ogni volta che il Danubio si alza di tre piedi, il che succede frequentissimamente, deve aver ricevute tante acque, quante son quelle di tutti i fiumi dell'Europa, ossia tante, quante sono ventitrè volte le proprie. E siccome la velocità, per il sistema stesso, cresce come la quantità dell'acque unite, così ogni volta che il Danubio cresce tre piedi, avrà una velocità ventitrè volte maggiore; sicchè, invece di miglia cinque l'ora, ch'è la sua velocità ordinaria, ne farà cento e quindici.

E che sarà poi, quando il Danubio cresce di sei, di otto, di dieci, e più piedi? Allora convien, che sieno più volte accumulate nel suo letto le acque di tutti i fiumi dell'Europa, e che la sua velocità sia di trecento, e di quattrocento miglia l'ora.

Digitized by Google

Da questa folla d'incongruenze, e d'assurdi, che nascerebbero necessariamente dal sistema del Genneté, si scorge a colpo d'occhio, quanto sia, come ho detto, ardimentoso, ed esagerato.

Gli esempj della unione del Meno al Reno, dell'Enno al Danubio, del Teverone al Tevere, sono di un solo fiume a un altro fiume; ed inoltre non è in tutto vero ciò che si asserisce di loro dopo la confluenza, giacchè se non compariscono allo sguardo più larghi, son essi più profondi.

Rapporto poi alle sperienze fatte in Leida, che furono cotanto fra noi celebrate dal Frisio, essendo state le medesime ripetute con gran diligenza dal Bonati, non diedero in Italia li prodigiosi effetti, che si millantavano *a*. E siccome fu opposto allora, e dopo eziandio, da taluno, che i canali adoperati dal Ferrarese idraulico fossero troppo piccioli, così ho io voluto farne le prove con doccie, e canali molto più capaci, come quelli, ch'erano trenta volte maggiori dei primi, che il Bonati adoperò pubblicamente in Ferrara,

a Bonati. *Sperim. in confut. del sist. di Genn.*
Idem. Agg. di sperim. anno 1766.
Idem. Rifless. sugli sperim. an. 1767.

Digitized by Google

e cento sessanta volte circa maggiori degli altri, ch' era solito usare in casa propria nelle sue private, e benemerite osservazioni, come si vedrà meglio nella terza Parte.

Li risultamenti delle mie sperienze, che ho variate in molte guise, sono poco diversi da quelli del Bonati, e fanno sempre più conoscere, che la luminosa dottrina del Castelli è quella, che più d'ogni altra si approssima al vero, e si conforma all' esperienza.

Anche le accorte osservazioni, e gli sperimenti recentissimi del D.r Focacci aggiungono nuovo valore a ciò, che ho detto [a].

Or finalmente spero, che possiamo averci fatta una giusta idea dei tre famosi sistemi sulla velocità de' fiumi. L' uno è appunto quello or ora esaminato del Genneté, del Frisio, del Marescotti, e d'altri pochi. Il secondo è quello del Torricelli, del Guglielmini, del Grandi, del Poleni, e di tutti li Foronomisti. Il terzo è quello del Castelli, del Barattieri, del Montanari, del Cassini, e di buon numero di seguaci. Il primo

a Focacci. *Sui rapporti delle velocità dell' acque ec. Mem. della Società Ital. delle Scienze, Tom. XV, anno corr.* 1811.

Digitized by Google

pecca per eccesso, il secondo per difetto, il terzo cammina nel mezzo. Pel primo non vi sarebbero mai escrescenze di fiumi, per quanto fossero stemperate le pioggie, il che ripugna ai sensi, ed al fatto: pel secondo qualunque mediocre pioggia, o scioglimento di nevi, cagionerebbe una escrescenza terribile, il che pure si oppone all'esperienza: pel terzo le acque correnti crescono bensì nelle pioggie, o nello struggersi delle nevi, ma grande però è la copia, che per provvida legge di natura può esserne dai fiumi smaltita, senza che trabocchino dalle sponde. Il primo insomma nasce da una fantasia vivace, e romanziera, che fabbrica sistemi secondo il bisogno: il secondo deriva dalla fallace applicazione ai fiumi di una dottrina, che non è sempre vera nemmeno negli efflussi dai pertugi de' vasi: il terzo è realmente fondato sulle leggi della natura, e sulle indicazioni dell' esperienza.

Ma se intemperante, ed esagerato, è il sistema del Genneté nella parte, in cui si tratta dell' aggregazione di acque ad acque, molto meno ipotetico, molto meno lontano dal vero è però il sistema stesso nella parte, dove si parla della diramazione di un fiume in più fiumi, il che

Digitized by Google

farò conoscere chiaramente, come spero, nel Capitolo, che segue. Ivi pur si vedrà, per la prima volta, qual sia la vera ragione di questo singolar fenomeno, e di quest' apparente contraddizione.

Digitized by Google

CAPO VI.

Della poca utilità de' Diversivi.

Li diversivi sono dagl' idraulici suggeriti come un efficace rimedio per salvare i paesi, dove i fiumi camminano sopra vasti piani poco inclinati, e quasi orizzontali, e dove pel difetto di pendenza le acque ritardate si gonfiano, e traboccano *a*. Allora, dicesi, son necessarj i tagli, e le diversioni, perchè sollevano il fiume dalla soprabbondanza, che l' opprime, e fanno l' uffizio de' nostri cauterj, coi quali agli umori soverchi, e viziosi, noi diamo sfogo.

Lodevole n' è certamente l' intenzione, ma l' esperienza dimostra, esser sempre poco utile, e spesso anzi dannoso il rimedio proposto.

Se un fiume, invece di scorrere unito in un

a Se si scavino delle fosse, per cui possano le acque de' fiumi scaricarsi, avrassi un rimedio a questi incomodi, che dalla soverchia copia d' acqua nascono. Queste fosse chiamate volgarmente *diversivi*, io le chiamo *fosse di diversione*.

Poleni. *Delle Pesc.*, e *Cat.*, *n.* 19.

Digitized by Google

alveo solo, della larghezza, per esempio, di passi cento, si dirami, e camminar si faccia in dieci letti uguali al primo, non è egli vero, che sarà costretto a strascinar le sue acque sopra una superfizie dieci volte maggiore, e che avrà venti sponde invece di due?

Che si direbbe di colui, che scorgendo la grande utilità delle ruote, s'immaginasse di applicare al suo carro quaranta ruote, in cambio di quattro, e si andasse vantando di aver trovato un meraviglioso artifizio per agevolare i trasporti? Noi ragioniamo a un dipresso sui diversivi, come quello stordito ragionerebbe sulle sue ruote.

L'acqua del nostro fiume, ripartita, e distesa in dieci fiumi, dee, per doppio motivo, perdere il suo moto, e perchè con la moltiplicazione dei punti di contratto sul fondo, e nei lati, s'accresce di gran lunga il numero de' soffregamenti, e delle resistenze, e perchè li tenui strati, e quasi veli d'acqua, nei quali si trova ora il fiume ridotto, non sono capaci, per mancanza di peso, e di energia, di vincere gli ostacoli, che si oppongono al loro corso.

Egli è dunque necessario, che le acque si arrestino ne' dieci canali, e quindi si alzino, e cre-

Digitized by Google

scano di corpo coll'accumularsi di quelle, che vanno sopraggiungendo dalle parti superiori. E se il fiume si dividesse ancor più in trenta, in cinquanta, in cento fiumi, sempre più tarde, sempre più stagnanti ed immobili si renderebbero le sue acque, sempre più si accumulerebbero, e si alzerebbero, sicchè, in luogo di estenuarsi, e di scemarsi, si sarebbero in fine del conto a più doppj moltiplicate.

Certamente la favola nel descrivere quell'idra della palude di Lerna, che ripullulava, e si riproduceva dalle sue proprie ferite, con sempre nuove teste, e nuovi corpi, ci ha voluto indicare, che i tagli, e le diramazioni ne'luoghi bassi, non fanno che moltiplicare le acque. E cosa crediamo, che significar volesse quel partito felicemente preso in tal circostanza dal domator dei mostri, da Ercole, quello cioè di stringere con l'invitte sue mani, e soffocar l'idra, se non che il rimedio più efficace per liberarci dalle inondazioni delle acque non è già quello di spargerle, e dividerle, ma ben anzi di stringerle insieme in un letto solo?

Se Emilio Scauro ha disseccate le paludi, che v'erano fra Parma e Piacenza, coll'unire tutte le

Digitized by Google

acque nel Po *a*; se Curio Dentato ha tolto i vasti, e perniziosi stagni di Rieti coll' unire il fiume Velino alla Nera *b*; se Appio Claudio, se Cornelio Cetego, se Augusto con lo stringere in un solo recipiente le acque delle celebri paludi Pontine le convertirono un tempo in fertili campagne, e in luoghi così salubri, che Pomponio Attico, che Antonio, che Mecenate, ed altri fra i primati di Roma vi avevano le loro villeggiature *c*; se in somma la ragione, e la storia dimostrano, che collo spargere, e disseminare le acque, si formano gli stagni, e i paduli, e col restringerle insieme si rendono questi stessi luoghi abitati, e fecondi, come non si dovrà dubitare della tanto vantata utilità de' nostri diversivi?

Ma più imponente di ogni altro a me sembra il riflesso, che la natura non conosce i diver-

a Multum ejus, quæ intra Padum est, regionis paludibus obtinebatur, sed exsiccavit eas paludes Scaurus etc. Strab. *Geogr. L. V.*

b Lacus Velinus a M. Curio emissus interciso monte in Narem defluit, ex quo est illa siccata etc. Cic. ad Att. *Lib. IV, Epist.* 15.

c . . . . . sterilisque diu palus, aptaque remis vicinas urbes alit, et grave sentit aratrum etc. Horat. *de Art. Poet. v.* 65. *Romani famem cultoribus agrorum timentes in Pomptinum agrum frumenti causa misere.* Epit. Liv. *Lib.* 96.

Plin. *Hist. Nat. Lib.* 3, *n.* 9.

Digitized by Google

sivi, e non si serve mai di questo mezzo per minorare le acque de' fiumi.

Ella sospende bensì le pioggie, depaupera le fonti, dissecca i rivi, e i torrenti, alza le acque de' fiumi in vapori coi raggi del sole, e le trasporta e disperde col mezzo de' venti, ma non dirama già, nè ripartisce mai di nuovo un fiume nei torrenti, rivi, e ruscelli, che lo hanno composto.

Il Danubio, per esempio, raccoglie tutte le acque correnti della Svevia, della Baviera, dell'Austria, della Moravia, dell' Ungheria, della Servia, della Transilvania, e di molte altre Provincie, e Regni. Or ditemi, qual torrente in tutto il corso del Danubio, qual fiume, qual rivo, qual rigagnolo, qual filo d' acqua si divida spontaneamente, e si diparta da esso dopo esservi entrato? Ditemi, qual fiume se n' esca dal Po, dal Tevere, dall' Arno, dall' Ebro, dal Rodano, dal Volga, e dalle altre riviere?

Ma noi, ben ottusi, e ben deboli in confronto dell' ingegno, e della potenza della natura, non possiamo valerci, com' ella fa, dei medesimi mezzi, ed artifizj, per minorare l' acqua ne' fiumi. Noi non abbiamo la forza, nè il sapere di sop-

Digitized by Google

primere le pioggie, nè di sollevar le acque in vapori nelle regioni dell'aria, nè di farle trasportare sulle ali de' venti in altri paesi. Noi crediamo quindi bonariamente di poter in cambio esaurire i fiumi col diramarli, e diffonderli, il che appunto è l'oggetto de' nostri diversivi.

Grande però, come ben si vede, anzi somma è la differenza, che passa fra la maniera usata dalla natura, e quella usata da noi. Ella diminuisce il numero, e la portata degl' influenti: noi accresciamo il numero, e la portata degli effluenti. Ella toglie realmente, ed effettivamente le acque ai fiumi: noi non ne sopprimiamo una sola goccia, ma le sforziamo anzi ad accumularsi col ritardarle. Ella trasporta in altri paesi, e al di là de' monti, e de' mari, una porzione del nostro Tanaro, della nostra Trebbia, del nostro Reno, del Ticino, dell' Adda, del Mincio, e quindi anche del Po, che di essi si forma: noi con li nostri diversivi tratteniamo tutte le acque del Po, e de' suoi tributarj in mezzo alle nostre contrade, e in seno delle nostre campagne. Le acque, che la natura sottra, più non restano, più non esistono fra noi: quelle al contrario, che noi crediamo di sottrar con le diver-

Digitized by Google

sioni, rimangono fra noi tutte, se non che in cambio di occupar un luogo solo, ne occupano molti, e invece di una stanza sola, sommergono tutta la casa.

Ecco il perchè il Genneté aveva torto nella prima parte del suo sistema, come si è veduto nel Capitolo precedente, quando si trattava di unir acque ad acque, e non era senza ragione nella seconda parte, dove si trattava di toglier fiumi da fiumi col mezzo de' diversivi.

Ecco pure il perchè non vi sia implicanza, e contraddizione alcuna fra la dottrina del Castelli già riferita nello stesso Capitolo antecedente, e questa, di cui ora si tratta. In quella si parlò del mezzo di sminuire le acque correnti usato dalla natura, ed imitato dal Castelli co' suoi sifoni; in questa si parla del mezzo imperfettamente usato dagli uomini, quello de' diversivi.

Ma cerchiamo di meglio ancora conoscere ed esaminare questo articolo importante d'idraulica, che costò pur troppo ai popoli enormi spese nella costruzione di nuovi condotti, e di nuovi diversivi, li quali finirono quasi sempre col portar loro pericoli più gravi, e più frequenti sciagure.

Digitized by Google

Il primo tristo effetto de' diversivi è quello di render necessarj sempre nuovi diversivi, finchè il paese a poco a poco divenga una spezie di laguna. Perciocchè rendendosi le acque, come si è detto, sempre più inerti, e stagnanti, crescono di corpo, e riempiono ben presto tutti i nostri canali, qualunque ne sia il numero, ed allora trovandosi il paese allagato, come prima, e più di prima, egli è forza ricorrere a nuovi diversivi.

Ciò che indusse per avventura in errore, e diede qualche credito a questo rimedio, fu il vedere, che in sul principio, e all'aprirsi de' diversivi, il fiume alquanto si abbassa, perchè va a cadere in canali, o in tutto, o in parte ancor vuoti, ma tostochè questi sieno riempiuti, ritorna l'acqua del fiume allo stesso livello, e non di rado sale a maggior altezza di prima, il che avviene in brevissimo tempo, attesochè il più lento moto dell'acque, che sono ne' diversivi, e nel tronco inferiore del fiume, dà campo alle acque superiori, ch' eternamente scorrono con piede più veloce, di sopraggiungere, di accavallarsi, e di far lago. Perciò tutto il benefizio dei diversivi si riduce solamente ad una breve dilazione, e ad una effimera tregua.

Digitized by Google

Noi abbiamo creduto, che si potessero vuotare i fiumi, dirò così, per il cocchiume, come si fa di un doglio, o di un tino, non considerando, che nei nostri vasi il fluido è limitato, e ne' fiumi è indefficiente, perpetuo, ed infinito. Noi facciamo co' nostri diversivi come que' fanciulli, che si accingono seriamente a voler asciugare un ruscello coll' empierne tazze, e nappi, e coppe, ed altri vasi, ma presto tutti i loro recipienti sono ricolmi, e il ruscello scorre come prima.

Dicesi, che il Mincio a' tempi antichi stagnasse più ch' oggidì, e producesse morbi contagiosi, e funesti. Ma essendosi per un tremuoto aperta e sprofondata quell' ampia cavità, ch' è ora occupata dal lago di Garda, li popoli, che abitavano il basso paese verso il Po, prostrati a piè del simulacro di Manto, della gran madre del loro autore, la ringraziavano di averli con questa diversione liberati da un fiume così fatale, giacchè le altrui sventure si chiamano da noi favori, quando ci son utili.

Ma il Mincio, riempito ch' ebbe il Benaco, ricomparve come innanzi, e formò gli stagni, che circondano ancora la loro città illustre e forte; se non che le acque, le quali erano prima

Digitized by Google

gravi, e melmose, divennero, mercè la deposizione delle bellette nel lago, più pure, e meno insalubri.

Non saremmo noi forse come quegli antichi e semplici abitatori del basso Mincio? Noi ci congratuliamo de' nostri diversivi, sperando, che più non avremo inondazioni, ma dopo un breve intervallo ci troviamo nello stato primiero. E infatti se il Mincio ha formato il Benaco, se l'Oglio l'Iseo, se l'Adda il Lario, se il Rodano il lago di Ginevra, se il Reno quello di Costanza, se il s. Lorenzo una serie di amplissimi laghi, e se il Mincio, l'Oglio, l'Adda, il Reno, e l'altre riviere proseguirono poscia tutte, come prima, il loro corso, come non crederemo noi, che un fiume, massimamente nelle sue piene, allorchè sopraggiunge una mostruosa massa d'acque, non possa ben presto riempiere i nostri deboli diversivi, ed allagarci per ogni lato?

Egli è appunto per ciò, che in Olanda quel medesimo Reno, che ho or ora indicato, ha in certo modo moltiplicato se stesso. Giunto ad Emmerick fu diviso dai Batavi in due grossi rami, l'uno, che ha preso il nome di Wahal, l'altro, che ha ritenuto quello di Reno. Questo secondo

fu poscia suddiviso per formare l'Issel, e quindi ancora diramato nel Leck, nel Vecht, nella Does, e in molti altri canali, sicchè, perduta intieramente la forza, e la velocità, non dà più, dopo Leyden, quasi segnale alcuno di movimento. Il Reno così si è moltiplicato in molti Reni, che formano in certo modo uno stagno d'acqua neghittosa, e dormiente *a*. Ora l'Olanda con tante diramazioni, e diversioni, sarà dunque il paese d'Europa il più sicuro dalle inondazioni. Una trista esperienza dimostra pur troppo, quanto ciò sia lungi dal vero. Cento altri non dissimili esempj potrei qui addurre, se ciò troppo lungo non riuscisse *b*.

Un altro tristo effetto de' diversivi è il rapido interrimento di tutti i canali di derivazione, ed anco del fiume stesso.

a Esperim. del Genneté, Parte terza.

Frisio. *De' fiumi e torr. Lib.* 2, *Cap.* 2 *nel paragrafo* È questo un paradosso idrostatico ec.

Kant. *Geogr. Fis.*, *Tom.* 5.

b Guglielm. *Nat. de' fiumi*, *Cap. IX*, *Prop.* 4, *Corol.* 7.

Castel. *Mis. dell' acq. corr.*, *Corol. XIII.*

Perelli. *Parere sopra i diversivi ec.*

Frisio. *De' fiumi e torr.*, *Lib.* 2, *Cap.* 2.

Lorgna. *Disc. sull'Adige*, *Cap.* 2, *n.* 15.

Dr. Focacci. *Sui rapporti della velocità ec. n.* 20, e 36 *nel Tomo XV delle Mem. della Soc. Ital. delle scienze.*

Digitized by Google

Egli è certo, che le riviere unite, con la loro velocità, e con li moti violenti delle lor acque in tempi di piene, tengono lungamente sospesa una gran quantità di minute arene, di sabbie, e di terre disciolte, ed hanno la forza eziandio di trasportarne una buona porzione sino alle foci, e nel seno stesso del mare, come si vedrà meglio in appresso.

Basta porre in un vaso d'acqua o terra, o calce, o ceneri, o sabbia, e tenervi agitato e scosso il fluido per osservare, come restino sollevate, e natanti tutte quelle materie straniere, abbenchè più pesanti specificamente dell'acqua; e basta desistere dallo sbattimento per vederle precipitar tutte, quali più presto, quali più tardi, sul fondo.

Il mare, ch'è senza dubbio il vaso più vasto della terra, quando è commosso e sconvolto dalle procelle, solleva fino dai più cupi recessi le sabbie, e le terre, che il rendono fosco, ed ancora più orribile; ma, calmata la tempesta, ricadono al fondo quelle materie, e l'acqua di nuovo cerulea e trasparente ritorna.

L'aria medesima, quando è fortemente agitata, sostiene, e porta seco immensi globi di polvere,

Digitized by Google

e di sabbie, che recano sì grave noja, e pericolo agli abitatori delle secche, ed arenose sponde del golfo Arabico, e del Persico, nonchè alli viandanti, ed alle carovane, che passano per que' deserti, e che vi restano talora miseramente sepolte.

Se dunque un fluido ben ottocento volte più leggiero dell'acqua può innalzare, quando sia commosso, e portare per lunghissimi tratti una incredibile quantità di materie cotanto più pesanti di esso, molto più potranno ciò fare i fiumi nell' impeto delle lor piene. E se la bonaccia, e la calma, sia nel mare, sia nell'atmosfera, fa sì, che quegli innumerabili corpicciuoli ondeggianti ricadano al suolo, il medesimo effetto succeder deve altresì nelle riviere, quando le lor acque si rendono pigre, e stagnanti.

Ora i diversivi cagionano appunto, come si è veduto, codesta torpidezza, e letargo d'acque, e per conseguenza promuovono in singolar maniera la deposizione delle melme, e l'interrimento del letto di tutti i canali, e del fiume stesso, e rendono quindi sempre maggiori, e più frequenti gli straripamenti, e le allagazioni.

Ho detto del fiume stesso, perchè indebolita essendo la forza, e rallentato il moto del tronco

Digitized by Google

inferiore ai diversivi, non può più sostenere così facilmente, come faceva prima, e convogliare così a lungo le torbide, sicchè deve necessariamente abbandonarle, e lasciarle cadere in maggior copia nel proprio letto. Ciò si rende spezialmente visibile nelle rotte, le quali non sono che diversivi aperti dalla violenza delle piene; poichè l'alveo del fiume inferiore alla rotta, dove l'acqua si fa più lenta, e talor anche retrograda, si rialza di fondo con una rapidità prodigiosa, il che appunto rende assai malagevole, dopo una rotta, se passar si lasci alcun tempo, il far ripigliare al fiume il corso primiero *a*.

Egli è dunque manifesto, da ciò che si è detto, e riflettuto, che i diversivi non hanno la virtù, che si è loro a torto attribuita, di preservarci dalle inondazioni: che noi abbiamo stoltamente creduto di poter vuotare i fiumi, come si fa de' nostri vasi, non badando, che le acque delle riviere, sopravvegnendo incessantemente, e con eterno corso delle parti superiori, riempir devono ben tosto tutti i nostri canali: che

a Sono li diversivi una spezie di rotte artifiziali .... e dovranno per necessità partecipare dal più al meno della proprietà delle rotte, fra le quali si conta quella di rialzare, e riempiere il letto inferiore alla rotta ec. Perelli. *Parere sui diversivi*, *art.* 8.

appunto per questo la grande maestra d' Idraulica, la natura, non si serve giammai di diversioni, e di diramazioni, per isminuir le acque de' fiumi dopo le piene, ma bensì di una vera, ed effettiva sottrazione: che uno degli effetti necessarj de' diversivi è quello d' indebolire, e snervare i fiumi, di render più lento il loro moto, e di obbligarli a crescere di corpo, ed a moltiplicare in certo modo se stessi con pericolo delle provincie sempre più grave: che un altro non men tristo effetto de' medesimi è il rapido interrimento di tutti i canali di diversione, e del tronco inferiore del fiume stesso, sicchè in breve il paese si trova per ogni parte in uno stato miserabile di oppilazione generale: che l' esperienza finalmente ci fa conoscere, non solamente non esser derivato dai diversivi il sollievo, che i popoli si promettevano, e che avevano diritto di attendersi dalle immense spese, e sagrifizj sofferti, ma per colmo di sciagura essersi convertito il rimedio in malore, ed essere divenute più frequenti, e più desolatorie le inondazioni.

Non avremo più dunque diramazioni d' acque di nessuna spezie? Le proscriveremo noi tutte? Egli è d' uopo fare una distinzione.

Digitized by Google

Se le diramazioni si guardino come diversivi, e come un rimedio sicuro per garantirci dai traboccamenti de' fiumi, la ragione, e gli esempj ci consigliano a diffidarci della loro troppo creduta efficacia, ed utilità.

Se poi si pratichi qualche diramazione per altri oggetti, come son quelli di facilitare l'interna circolazione, o per muover macchine, ed edifizj ad uso delle arti, e delle manifatture, o per condur qualche rivo fecondo d'acqua sopra terre inaridite, e deserte, allora i mali effetti delle diversioni possono venir compensati da molti vantaggi, massimamente quando nel praticarle si abbiano presenti due particolari ed essenziali avvertenze: l'una, cioè, di derivare possibilmente le acque dai tronchi superiori, dove il molto declivio può mantenere, anche dopo la diversione, la necessaria forza e velocità nel fiume principale: l'altra, che l'acqua estratta sia una parte minore possibile della massa del fiume, affinchè non rimanga il medesimo soverchiamente infievolito, e spossato, e non ne segua da ciò, come ordinariamente succede, il rigurgito, ed il trabocco.

Ma cosa è mai propriamente codesto regurgito?

Digitized by Google

Qual parte ha il medesimo nel corso de' fiumi? È desso sempre nocivo? La natura non avrebbe forse talvolta nel rigurgito qualche provvido oggetto?

Seguendo dunque l'affinità di queste idee, io credo, che prima di procedere innanzi, non debba esser disutile il trattenerci un poco anche su l'importante materia de' regurgiti, e ciò tanto più, che non fu sinora la medesima, come a me sembra, da idraulico alcuno abbastanza rischiarata.

Digitized by Google

CAPO VII.

De' Regurgiti, e delle loro cause, ed effetti.

A quattro possono ridursi i casi, ne' quali han luogo tutti i regurgiti: quando l'acqua corrente incontra un ostacolo: quando passa da un piano declive ad un orizzontale: quando v'è confluenza, o diramazione di fiumi: quando questi s'appressano alle foci per gettarsi in mare.

Parlerò di ognuno di detti casi coll' ordine stesso, con cui gli ho indicati.

Innumerabili sono gli ostacoli, che si schierano incontro all'acqua corrente nel suo cammino, e le contrastano il passo. Allora ella si ritira, si alza, e tenta con la massa, e col peso, di ristabilire il suo moto. Ecco appunto il regurgito.

Ogni diga, ogni sponda, ogni sasso, ogni cespuglio, ogni cannuccia, ogni filo d'erba forma il suo regurgito.

V'ha chi credette poter essere i regurgiti come quelle picciole pause, e riposi, che prende,

Digitized by Google

ad ogni ombra, ad ogni fonte, il pellegrino per poscia ripigliare il suo viaggio con più vigore. V'ha chi disse, esser l'acqua una ciarliera, e rissosa, che trova contese con quanti ella incontra per via, se non le cedono il passo prontamente. Queste idee non sono certamente aggiustate, ma ritengono però qualche cosa di vero.

Il regurgito è, come ho detto, un mezzo, ed uno sforzo, con cui per provvida legge di natura cerca l' acqua di ripigliare il suo corso. Trovando un ostacolo, ella si solleva col sopraggiungere di quella, che le vien dietro, ed acquista in tal guisa con l'altezza, e con la massa, il modo di ristabilire la sua forza e la sua velocità.

Egli è perciò, che v' ha sempre una o due correnti dopo il regurgito, secondo le circostanze.

Se l'ostacolo sia isolato nel fiume, come sarebbe un tronco, od un masso, allora due sono le correnti, che vi si formano d'ambo i lati, perchè due sono le vie aperte allo sforzo dell'acqua, che si è sollevata col regurgito, l'una a sinistra, l'altra a diritta del tronco, o del masso.

Per lo stesso motivo i piloni di un ponte, che fanno l' uffizio di massi in mezzo al fiume,

Digitized by Google

produrranno molti regurgiti, e questi molte correnti, le quali non mancheranno, come già si è detto, d'insidiare il ponte al piede con le loro escavazioni *a*.

Ma se, invece di un ostacolo isolato, il fiume incontri uno stretto, per cui debba passare, allora il regurgito produrrà una corrente sola nella direzione dello stretto, perchè una sola è appunto la strada, ch'è aperta all'acqua.

Anche il gombito di una ripa, anche una diga, anche un riparo formano sempre il loro regurgito, e la loro corrente, la quale in tal caso è pure una sola, perchè da un sol lato ha l'acqua libero lo sfogo.

Che se intieramente occupato, ed attraversato dall' ostacolo sia il corso del fiume, allora il regurgito può farsi ancora più grande, e divenire immenso. Due sono, secondo le mie osservazioni, li modi, che adopra in tal caso l'acqua per superar la barriera.

Talora, stando ferme le parti di sotto, quelle, che sopravvengono, salgono sulle prime, e le terze sulle seconde, e le quarte sulle terze, e

a Parte prima, Cap. VIII.

Digitized by Google

così via via le une montano, per dir così, sulle spalle dell'altre, finchè giungano all'altezza della barriera, e si rinversino dagli orli della medesima.

Talora le acque, che vengon dietro, cacciano all'insù quelle, ch'erano andate innanzi, ognuna sottoponendo se stessa all'altra, e subentrando in suo luogo, in modo che le più basse divengano a mano a mano le più alte, e così sormontar possano tutte una dopo l'altra la chiusa.

Nel primo caso potrebbero assomigliarsi a quelle antiche falangi, li di cui soldati, coperti il capo dei loro scudi, montavano sopra i soldati, facendo molti ordini l'uno sull'altro, finchè giungevano alla sommità delle torri. Fanno nel secondo caso come coloro, che, appoggiate le scale ad una piazza, cominciano essi a salire i primi, e sono quindi sostenuti, e spinti all'insù dagli altri, che vengono loro dietro successivamente, finchè que' primi saltino sulle mura, poi li secondi, poi li terzi, poi tutti.

Non altrimenti le acque, ora in un modo, ora nell'altro, danno, se così può dirsi, la scalata agli ostacoli, che attraversano il loro corso.

Ora immaginiamoci, che in qualche sito di

Digitized by Google

una valle, nel di cui fondo scorre un fiume, s'innalzi una chiusa, che la barrichi, e serri totalmente. Egli è chiaro doversi l'acqua del fiume, ch'eternamente viene dalle parti superiori, elevare gradatamente sino all'altezza della barriera, e finchè giunga a sormontarla. Il regurgito poi, che si farà dietro la chiusa, sarà più o meno esteso, secondo che più dolce, o più ripido è il pendìo della valle. Perciocchè quanto più placida, e mite fia la pendenza, tanto più si stenderà da lungi il regurgito, ed all'incontro sarà questo tanto più breve, quanto è il declivio della valle più forte, e precipitoso.

Per comprendere ciò chiaramente, com'è necessario, si rifletta, che l'acqua tende sempre con la sua superfizie a livellarsi, ed a tenersi parallela all'orizzonte. Questa è una legge d'idrostatica a tutti nota, e di cui ne abbiamo ad ogni momento la prova sotto gli occhi.

L'acqua, che si attigne dalla fonte, si livella, e si appiana nel vaso. Nel bicchiere, in cui si versa il vino a mensa, il liquor prende tosto la giacitura orizzontale. Ma che dico? Il vasto mare si compone anch'esso in tal modo, qualora trovasi in piena calma, in quella, ch'è dai noc-

Digitized by Google

chieri temuta più del suo sdegno, e se i venti non lo turbassero, la di lui superfizie sarebbe sempre piana ai nostri sguardi come uno specchio immenso; e perciò appunto que' che professano la bell' arte di dipingere gli oggetti con le parole, li poeti, lo chiamano il liquido piano.

Or bene: datemi una conca, un bacino, una tinozza, insomma un recipiente qualunque sia, che abbia un largo fondo, e che sia posto sul suolo orizzontalmente. Se vi si versi un po' d'acqua, ella si distende prontamente per tutto il fondo, e lo copre. Ma se io prendo il vaso con le mani per uno de' capi, e lo vado a poco a poco alzando, ed inclinando, l' acqua, che stava sdrajata e distesa sopra tutto il fondo, si va ora movendo, e restringendo sempre più verso l' altra parte del vaso, lasciando libera e scoperta tanto maggior porzione del fondo, quanto più questo diventa ripido e pendente.

Dunque la linea del livello, e del regurgito, dev' essere sempre più breve, dove grande è l' inclinazione, ed all' incontro più lunga, dove più dolce è la pendenza del suolo. L' estension del regurgito può dirsi in ragion inversa del pendio.

Ecco il perchè sia minimo il regurgito, dove

Digitized by Google

la pendenza è massima, e sia massimo quello, dov' è minima questa. Ecco il perchè un torrente, che si getta con impeto in mare da un monte vicino e declive, come spesso avviene, non ha che poco o nessun regurgito, ed all' incontro il Po, che cammina negli ultimi tronchi con picciolo declivio, ha un regurgito di quaranta e di cinquanta miglia, e il Rio delle Amazzoni, ch' è quasi orizzontale, ne ha uno di dugento e più leghe.

Or si comprende pure manifestamente l'origine di tutti i laghi, e la causa della loro maggiore, o minor estensione. Essi non nascono che da un impedimento frapposto alle acque correnti, nè altro sono che un regurgito delle medesime per un ostacolo incontrato sul loro cammino, ossia che il varco della valle, per cui scorre l'acqua, resti dalla caduta di una rupe intercluso, come accadde in più luoghi anche a' dì nostri, ossia che il fiume si abbatta ad una vasca, o ad un bacino, cui debba riempiere, prima di poter ripigliare il suo corso. Ma sempre il lago, dato il medesimo ostacolo, sarà più lungo e più esteso, quanto più il suolo sarà piano, e si approssimerà all' orizzontale, e viceversa.

Noi pure ci serviamo talvolta opportunamente degli ostacoli, e dei regurgiti per molti usi, sia per formare i nostri stagni, e peschiere, sia per accrescere la caduta dell'acqua nelle nostre officine, sia nella costruzione di que' canali navigabili e meravigliosi, che fanno ascendere da una parte i navigli fino all'altezza de' monti, e li fanno discendere dalla parte opposta, formando una spezie di ponte d'acqua per passare da un mar all'altro sopra la terra, com'è, per esempio, il famoso canal di Linguadocca. E che altro sono queste stupende operazioni se non che una lunga serie di ringorghi procurati da noi per mezzo di sostegni, e di porte, che si aprono, e chiudono all'uopo, onde accrescere, o diminuire il regurgito, ed alzare in tal guisa, o abbassare l'acque del fiume?

Ma se son utili spesso i regurgiti, e se la natura col loro mezzo rinnova e restaura la forza, ed il moto dell'acque correnti, possono però talora divenir li medesimi disorbitanti, e dannosi.

Tali son quelli, che nascono nel secondo caso, che si è indicato al principio, quando, cioè, passa un fiume aspramente da un piano molto

Digitized by Google

declive a un altro poco inclinato, e quasi orizzontale.

Per ispiegar questo fenomeno noi non abbiamo che a richiamare i nostri principj.

L'acqua, che si ritarda, cresce altrettanto di corpo, quanto perde di moto. Or nel passaggio, che fanno i fiumi da un piano declive ad uno men inclinato, o ad un orizzontale, convien necessariamente che nasca un ritardo dell' acqua, che va innanzi, la quale per la cessazione improvvisa del pendìo, che le serviva di stimolo, non può più correre così velocemente, come faceva prima, e come fa quella, che le vien dietro incessantemente, e che deve quindi accumularsi, e gonfiarsi.

Ecco appunto il regurgito, ecco lo sforzo, che la natura fa nascere prontamente per rimettere in corso la copia soprabbondante d'acqua, che riempie, ed opprime il fiume, come avviene pure in noi stessi, allorchè, dopo una lunga corsa, il sangue fatto celere dal violento moto si porta rapidamente al cuore, e il cuor gonfio; e non capace di reggere a tanta piena, da cui si sente oppresso, fa ogni sforzo per dar luogo al sangue, che furiosamente sopravviene, onde

Digitized by Google

nasce l' anelito, e la forte e frequente pulsazione.

Questo è appunto ciò, che ho riscontrato con molte sperienze, di cui ho fatto cenno nella prima parte, e di [illegible] dettagliato nella terza *a*. Non altra certamente è l'origine di quella strana ed enorme protuberanza, che si osserva in alcuni tronchi de' fiumi, massime nel rapido afflusso delle piene, e che si è chiamata il ventre.

Quasi tutte le riviere passano aspramente, come si è accennato, o in un luogo, o nell'altro del loro corso, da un piano più ripido ad un altro, che lo è molto meno.

Il Connecticut, per esempio, corre in un certo sito angusto e precipitoso con tanta velocità, che rigetta da se, e slancia di lontano i corpi, che gli si lasciano cader sopra, come le ruote ardenti di una biga gettano da lungi il fango, e l'arena *b*.

L'Irtis fà una wersta l'ora in un luogo, e ne fa otto in un altro. Egli ha dunque una velocità

a Parte prima, Cap. IX.
b Kant. Geog. Fis., Tom. 5, n. 3.

Digitized by Google

otto volte maggiore nel primo caso che nel secondo *a*.

Il Tigri, che in lingua Meda significa saetta, soggiace pure a queste alternative, e da una prodigiosa rapidità, da cui appunto prese il nome, passa di quando in quando a molta lentezza *b*.

Lo stesso accade in più luoghi, benchè li passaggi sieno meno violenti, al Danubio, al Reno, al Po, al Tevere, all' Arno, e a quasi tutti i fiumi.

Ora egli è naturale, che il tronco, dove l' acqua, che in prima era così veloce, diviene ad un tratto pressochè immobile, debba esser soggetto a un grande ringorgo, e ad un ventre strabocchevole e mostruoso. Non saranno quindi mai soverchie le nostre cure, come si è detto nella prima Parte, per correggere questa nociva conformazione organica degli alvei de' fiumi, dove per sciagura esiste, e per guardarci nelle nostre idrauliche operazioni dall' occasionarla dove non esiste.

Ma un' altra non meno efficace cagion de' ringorghi è quella del terzo caso, vale a dire, la confluenza, o la diramazione de' fiumi.

a Kant. Geog. Fis., Lib. 5 ut supra.
b Cluver. *Introd. Geogr. Lib.* 5, *Cap.* 23.
A celeritate Tigris, ita appellant Medi sagittam etc.

Digitized by Google

CAPO VIII.

Continuazione della dottrina de' Regurgiti.

Io non ripeterò qui ciò, che già si è detto preventivamente, ed a lungo, sulla diramazione de'fiumi nel Capitolo dei diversivi. Si è già veduto, che per cagion del ritardo e torpore dell' acque sempre inseparabile dalla loro divisione, e sparpagliamento, il naturale ed ordinario effetto de'diversivi è quello di produrre per ogni dove ringorghi, stagni, ventri d'acque, finchè tutto il paese, cui crediamo incautamente di sollevare in tal guisa dalle inondazioni, venga occupato a poco a poco da una sommersion generale. Qualche cosa dirò bensì dei regurgiti prodotti dalle confluenze.

Variano questi, e sono or maggiori, or minori, secondo il grado di velocità degl' influenti, secondo l'angolo della confluenza, secondo la massa rispettiva dell' acque.

Se l' influente abbia una velocità insigne, com'è un torrente in piena, può allora investire il fiume

Digitized by Google

principale con tal impeto e furia, che cagioni in esso un terribile ringorgo; poichè le acque del fiume in tal caso combattute, e ritardate da quelle dell'influente precipitoso, devono accumularsi, e sforzarsi col peso, e con la massa, di vincere il torrente furioso, ed avventato.

Questo sforzo appunto può talvolta produrre un gonfiamento, e un regurgito così strabocchevole, che sia il fiume costretto a straripare nelle parti superiori, e portarvi una inondazione con sommo stupore degli abitanti, li quali veggono in tal caso, peraltro raro e singolare, la fiumana non già discendere dalla parte dei monti con l'usato tenore, ma portentosamente venire allo insù dagl'inferiori tronchi del fiume.

Esagerato senza dubbio io credo ciò, che fu detto prima da Aristotile, poi da Strabone, cioè, che nella confluenza del Serchio, e dell'Arno, tal fosse a que' tempi il cozzo, e il ringorgo di que' due fiumi alzantisi l'un contro l'altro, che due uomini, stando in piedi sulle opposte ripe, non potessero reciprocamente vedersi *a*. Ma certo

a Strabo, et Aristoteles tradunt, Arnum, Ausuremque, ut in unum confluunt, alterum alterius violento incursu adeo se invicem attollere, ut si utrinque in ripis consistant homines, alter alterum conspicere nequeat. Cluv. *Introd. Geog. Lib.* 3, *Cap.* 31.

Digitized by Google

è, che la forza degl' influenti può esser talora grandissima.

Il rivo, che passa per Sirkes, picciola città della Lorena, nel giorno 16 luglio 1750 divenne per una piena improvvisa così rapido e precipitoso, che arrestò la Mosella, in cui cade, attraversandola da parte a parte, e portando sulle opposte sponde della medesima le ruine delle case, de' ponti, e di una torre, che aveva demolito e distrutto *a*.

L' Arva, che scende da una dell' Alpi, chiamata da' paesani *la maladetta*, arrestò più volte il Rodano anche all' età nostra, e costrinse quel fiume, benchè sia de' più rapidi, a regurgitare, e a retrocedere verso Ginevra, sicchè le ruote de' molini dovettero girare a rovescio *b*.

Egli è però vero, che tali effetti non succedono, e non sono sì gravi, che quando gl' influenti entrano nella riviera ad angolo retto, o

a Hist. de l'Acad. des sciences an 1750.
Bernard. *Nouv. Princ. d'Hydr.*
b Ciò fu negli anni 1570 3 dicembre, 1651 21 novembre, 1711 10 febbrajo, 1733 14 settembre, 1770 26 ottobre.
Saussure. *Voyag. dans les Alpes.*
Kant. *Geog. Fis. Tom.* 5, *n.* 10.
Cosaub. *Ad Lib.* 4, *Geogr. Strab.*

Digitized by Google

quasi retto, poichè allora il conflitto è più forte, e quindi massimo il ringorgo; oltrechè il fiume in questi casi pertinacemente battuto e sospinto dall'influente, che gli piomba sul fianco, dovrà rivoltarsi contro l'opposta sponda, ed abbatterla, o presto, o tardi, per aprirsi un cammino in quella direzione, a cui il mal genio, ed il perseverante impulso dell'influente lo porta.

Ma se dolce, e pressochè parallela sia la confluenza, cessa quasi del tutto allora il contrasto, in guisa che sovente le acque di due fiumi possono unirsi nell'alveo stesso, senza frammischiarsi tra loro per buona pezza, e confondersi.

Il Rio negro, ch'entra parallelo nel fiume delle Amazzoni, continua per cento miglia, dopo esservi entrato, a scorrergli accanto con le sue acque oscure, mentre l'altro conserva le proprie biancastre; di modo che rassembrano, al mirarli dalle sponde, due fiumi affatto diversi, e divisi fra loro da una parete [a].

Così è parimenti di molte altre riviere, in cui si uniscono placidamente, e quasi senz'angolo, rivi e fiumi tributarj con acque, o giallastre, o

[a] Mém. de l'Acad. des sciences an 1745.

Digitized by Google

sanguigne, o nere, o lattiginose, secondo le terre, e materie, che sono in esse disciolte.

Gl' influenti proseguono in tali casi per lunghi tratti, dopo la congiunzione, il loro corso, marcatamente, e distintamente, serbando, per dir così, la propria divisa, e il color della propria bandiera, come fanno gli ausiliarj, che si uniscono all' armata principale.

Perciò, dove si tratti della immissione di un fiume in un altro fiume, si vede chiaramente quanto importi di evitare nel sito della confluenza l' angolo retto, o quello che vi si accosta, e di procurar ben anzi, che l' acqua vi entri possibilmente parallela, e quasi s' intruda soavemente nel letto del fiume principale, sicchè questi senz'avvedersene, dirò così, la trovi coricata al suo fianco.

Ma dove i regurgiti de' fiumi si fanno sentir più vivamente che in qualunque altro luogo del loro corso, egli è verso le foci, perchè le cause, che li producono, son ivi appunto più forti e possenti.

Il mare nei gran flussi, e nelle tempeste, spinge sovente immense onde ed arene contro le foci de' fiumi, costringendoli a retrocedere, ad ingorgarsi, e straripare. Gli effetti, che ne na-

Digitized by Google

scono in que' tristi momenti di sdegno del gran padre dell' acque, possono essere spaventosi nelle vaste riviere.

Gli abitatori delle sponde del gran fiume delle Amazzoni, quando si appressa il tremendo fenomeno, che si chiama da essi il *Pororoca*, fuggono compresi del più alto spavento. Nei tempi del massimo flusso la marea si alza in que' lidi ad una grande altezza, e l'enorme flutto, entrando nel fiume, annuncia la sua venuta con un muggito, che si sente molte leghe lontano. Allora il fiume respinto si alza, e trabocca da ogni lato, cagionando allagamenti, e guasti lagrimevoli. Il *Pororoca* non è che un regurgito immenso, cagionato dalla forza imperiosa, e superior dell' Oceano in contrasto col fiume *a*.

Immensamente poi può estendersi negli ultimi tronchi delle grandi riviere questo ringorgo, perchè sono ivi le medesime quasi orizzontali. Se il regurgito del Po nelle burrasche dell'Adriatico si fa sentire fino a Lagoscuro, quello delle Amazzoni or ora menzionato si estende fino allo stretto di Pauxys, cioè per lo spazio di dugento leghe

a Mém. de l'Acad. des sciences an 1745.
Bernard. *Nouv. princ. d'Hydr.*

Digitized by Google

secondo il Condamine, come si è accennato di sopra, e di trecento secondo l'Acugna, il che pur avviene proporzionalmente del Tamigi, del Tago, del Reno, dell'Elba, e di tutti i gran fiumi *a*. Ora comparirà meno strano ciò, che ho indicato nella prima Parte sulla fede delle storie, che ne' paesi non lontani dalle foci de' fiumi son nate talora senza pioggie, e senza improvviso scioglimento di nevi, ma per sola opera de' regurgiti, allagazioni funeste, e memorabili *b*.

Da questi contrasti del mare, e da questi grandi regurgiti de' fiumi negli ultimi tronchi derivano pure gli altri due effetti, che ben meritano di essere accennati, le tortuosità, e la barra.

Le acque torbide delle fiumane tenute in collo, o respinte indietro dai venti, e dai marosi, vi formano immense deposizioni, a traverso delle quali è costretto il fiume a volgersi, e rivolgersi di qua e di là per farsi strada in mezzo alle melme, e mantenersi aperto lo sbocco. Ecco appunto la causa delle grandi tortuosità negli ultimi tronchi de' fiumi.

a Frisio. *De' fiumi, e torrenti Lib.* 2, *Cap.* 4.
Eust. Zanot. *Sopra la dispos. dell' alveo de' fiumi.*
Condam. *Rélat. abrég. d' un voyage.*
b Parte prima, Cap. V.

Digitized by Google

Innumerabili sono gli esempj, che abbiamo di questo fenomeno.

Il Meandro era famoso nell'Asia minore pe' suoi raggiri, ai quali meritò di dare il proprio nome. Egli ritornava ben più di cento volte in se stesso, e formava una spezie di labirinto d'acqua *a*.

Il Tevere aveva egli pure i suoi ravvolgimenti numerosi fino dai tempi più remoti *b*.

Nè ciò è men vero a' nostri giorni, il Miami in tre sole miglia di distanza dall'Ohio, in cui sbocca, ne fa più di sessanta di rigiramenti.

La Vistola, solamente da Thorn al mare, fa tante sinuosità, e giravolte, che il suo corso si allunga in quel breve spazio dugento miglia più che non sarebbe in linea retta *c*.

Il Condamine dovette passare ventidue volte in un giorno solo uno degl' influenti delle Amazzoni, giacchè un gran fiume rispetto al suo influente è a un dipresso come il mare rispetto a lui *d*.

a Meandrus adeo oblique dicitur fluere, ut videatur in se ipsum recurrere, et vel sexcentas facere flexiones etc.
Cluv. *Introd. Geog. Lib.* 5, *Cap.* 18.

b Olli remigio noctuque, diuque fatigant,
Et longos superant flexus..... Æneid. Lib. 8.

c Kant. *Geogr. Fis.*, *Tom.* 5, *n.* 6.
Belgrado. *Dissert. sopra i torrenti.*

d Condam. *Rélat. abrég. des voyages etc.*

Digitized by Google

Perciò i selvaggi, secondo Buffon, si accorgono benissimo della prossimità del mare dalle maggiori tortuosità del fiume, come sanno presagir vicina una confluenza dai serpeggiamenti dell' influente *a*.

Parlando poi della barra, questa è una massa di sabbie, che il mare innalza talvolta contro le foci del fiume, e si chiama appunto con tal nome, perchè di fatto essa fa l' uffizio di una barricata, che attraversa il corso dell' acque, in modo che son esse obbligate a sormontarla, e quindi ad ascendere per poco da una parte, e discendere dall' altra.

Nulla v' è di straordinario in questo fenomeno, di cui parecchi scrittori fecero le meraviglie, dipingendoci alle foci i fiumi andanti allo insù come per miracolo, e contro la loro natura.

Cotali barre però si disperdono, e si riproducono ad ogn' istante, trastullo continuo del mare, come quelle che nate sono dalle sabbie, e dalle onde, dalle cose le più mobili e volubili del mondo, se non vi fossero gli umani pensieri.

Da ciò appunto proviene il perpetuo cangia-

a Hist. de la nat. Liv. 2.

Digitized by Google

mento delle bocche de' fiumi, li quali si aprono un varco, or qua, or là, dove codeste barre presentano una più debole resistenza.

Or abbiamo veduto, che i regurgiti fanno una figura più importante di quello che si credeva ne' fenomeni de' fiumi. Non v' è ostacolo, per quanto sia minimo, non v' è ritardo nel moto dell' acque, qualunque ne sia la cagione, che non produca un alzamento, e un regurgito. La provvida natura ha voluto servirsi di questo facile ed industrioso mezzo per ispingere innanzi le acque, le quali altrimenti nell' abbattersi all' infinito numero degl' impedimenti, che loro si oppongono, si arresterebbero ad ogni passo, ma salendo secondo il bisogno le une sulle altre, come si è detto, acquistano con la massa, e con l' altezza la virtù di risarcire la forza, e il movimento indebolito, raccogliendosi, per così dire, e ritirandosi in se medesime per meglio lanciarsi, come fa la molla, o come la corda dell' arco. Ma se da una parte son utili per lo più i regurgiti alle viste della natura, e se noi pure ad imitazione della medesima sappiam trarne profitto nei nostri stagni, nelle fontane, nelle irrigazioni, e massime nella costruzion de' canali na-

Digitized by Google

vigabili, mediante i quali i nostri navigli valicano le montagne, e stupiscono di passar sotto altre forme per quelle medesime selve, dov' erano stati prima pini ed abeti, possono però dall' altro canto i regurgiti stessi divenir dannosi e pregiudiziali alle nostre campagne, sia quando nel passaggio violento da un piano declive ad un orizzontale si ritarda tutta ad un tratto la velocità del fiume, e vi si genera un gonfiamento, ed un ventre strabocchevole; sia quando per le viziose diramazioni, e per le mal disposte confluenze de' fiumi si producono gli straboccamenti, e le inondazioni; sia quando per la furia de' venti, e per la prepotente forza del mare, le acque de' fiumi respinte indietro sono costrette a fare un immenso ringorgo, ed a rinversarsi dai lati; sia quando da questi ringorghi, e dalle grandi deposizioni delle bellette, nascono negli ultimi tronchi le ostruzioni, le tortuosità, e ciò ch' è ben più degno ancora di essere contemplato dal filosofo, e dal politico, la successiva prolungazione delle terre, e de' Continenti, ond' è che città famose un tempo pei loro porti, e pel commercio marittimo, si trovin ora lontane dai lidi del mare, nè serbino più che il nome, e la memoria dell' antico splendore.

Digitized by Google

A tanto dunque giunger possono i regurgiti, e le deposizioni de' nostri fiumi? La massa, e il decubito delle materie, che le riviere traggono seco nelle lor piene, possono diventar così enormi da rendere non solamente ostrutti i loro alvei ad onta di tutti i nostri sforzi, ma da crear eziandio nuove terre, e nuovi Continenti?

La ricerca è senza dubbio interessantissima.

Digitized by Google

CAPO IX.

Delle ghiaje, ed altre materie, che sono condotte dai fiumi nelle piene.

Il Guglielmini, vedendo che le ghiaje non si accordavano guari col suo sistema, pensò, e credette, nè difficile è il credere ciò che aggrada, ch'esse a misura che vengono portate dalle acque nei letti dei torrenti, e de' fiumi, si vadano pel continuo loro sfregamento risolvendo in arene, e in tenui particelle, di modo che sieno tutte a mano a mano, per l'acquistata sottigliezza, e leggierezza, condotte sino alle foci.

Il suono fragoroso, che si sente nelle fiumane, e che nasce dallo sbattimento de' sassi travolti; la liscia superfizie, e la figura rotonda, che acquistano le ghiaje nel rotolare, e nell'urtarsi fra loro; la successiva diminuzione di mole, a proporzion che si scostano dai monti, e che vanno soggette ad un più lungo attrito; queste osservazioni, che son d'altronde vere, venivano

Digitized by Google

dal Guglielmini allegate in appoggio della sua teoria *a*.

Il Frisio all'opposto, ed il Belgrado, sostennero un parere totalmente contrario, e vollero, che le ghiaje, una volta che sieno entrate negli alvei de' torrenti, e de' fiumi, vi rimangano eternamente ghiaje, senza soffrir giammai una sensibile diminuzione di mole, o alterazion di figura *b*.

Pretesero poi, e il primo massimamente, di provare l' assunto con parecchie sperienze, le quali consistevano nell' arrotare sopra una cote, come si fa de' coltelli per affilarli, varie sorta di pietre, ovvero nel farle scuotere lungamente da nerborute braccia in casse di legno ben munite *c*.

Ora in cotali sperimenti più volte ripetuti non

a Non è dunque meraviglia, se gli alvei de' fiumi non si riempiono per lo continuo entrarvi delle ghiaje, essendo equilibrata, per così dire, la quantità di esse, che giornalmente entra nell' alveo, col consumo che se ne fa.

Guglielm. *Nat. de' fiumi*, *Cap. V*, *Prop.* 5.

b Belgrado. *Dissertazione sulla diminuzione della mole de' sassi.*

Idem. *Diss. sui torrenti.*

c Male hanno pensato coloro, i quali vollero, che i sassi strascinati dall' acque, urtandosi, acquistassero la figura rotonda ec.

Frisio. *De' fiumi*, *e torr.*, *che corrono in ghiaja*, *Lib.* 1, *Cap.* 2.

Digitized by Google

ha mai potuto il Frisio ottenere se non che poca polvere bianca, e sottilissima, la quale, infusa che fosse nell'acqua, parte scendeva al fondo, parte volteggiava nel fluido, e parte stavasi a galla sulla superfizie.

Se dunque un sì fiero tormento, se la forza radente delle ruote, se il cozzo, e la percossa non ponno giungere a conseguir dai sassi che un po' di polviglio, com'è possibile, che le acque abbiano la forza di logorarli, e consumarli? *a*

Il Bernard, che preferisce quasi sempre le opinioni contrarie a quelle degl'Italiani, non poteva essere nè del parere del Frisio, nè di quello del Guglielmini *b*.

Secondo lui egli è un inganno il credere, che le ghiaje sieno portate dai fiumi. Volete, che vengano dalle montagne, e dalle prime origini dell'acque correnti? Sono queste allora troppo

a Dunque l'urto, e il dibattimento ec. non potrà mai risolver le ghiaje in arene, nè in polvere, nè diminuirle sensibilmente di peso.

Frisio. *Ibidem ut supra.*

b C'est sur ces principes faux que porte tout l'ouvrage de Guglielmini Bernard. *Disc. Prélim. hist. et crit.*

Les principes du P. Frisi sont à-la-fois inexacts, et contradictoires. *Id. Ibid.*

Je ne m'arrête pas à relever toutes les erreurs, qu'on trouve dans les divers ouvrages ..... des auteurs Italiens. *Id. Ibid.*

Digitized by Google

picciole per aver la forza di smuovere, e cacciar avanti le pietre. Volete, che procedano dalle pendici de' monti, e dalle acque già unite in fiumi? Allora troppo dolce è il declivio de' piani, perchè le ghiaje vi possano scorrere *a*.

Quelle perciò, che ora si trovano nei letti dei torrenti, e de' fiumi, vi furono sempre fino dal principio del mondo. Le acque non fanno che scoprirle di tratto in tratto, col portar via le terre, in cui giacevano sepolte, come noi facciamo co' sassi, che si trovano da' più remoti secoli nei nostri poderi, e che coll' aratro andiamo in ogni anno rivoltando, facendo ricomparire ora questi, ed ora quelli.

Ecco dunque tre opinioni affatto diverse sulle ghiaje. Per la prima tutte quelle, che sono strascinate dall' acque nell' afflusso delle fiumane, si consumano intieramente dagli urti, ed attriti. Per la seconda, tutte si vanno ammucchiando, strato sopra strato, negli alvei de' fiumi, e vi restano perpetuamente. Per la terza, non v' è nè trasporto, nè accumulazione alcuna di nuove ghiaje,

a Il est incontestable, que le nombre des cailloux n'augmente point dans le lit d'un fleuve, et dans celui des torrens, qui servent à le former, etc. Idem. *Ibid. Chap.* 3, *Sect.* 10, *n.* 310.

Digitized by Google

ma quelle, che ora si veggono nei letti de' fiumi, già vi erano sin dai primi giorni della terra, nè altro fa l'acqua che disotterrarle nel suo cammino.

Egli è ben facile l'accorgersi, che tutte queste opinioni sono spinte all'eccesso.

Com'è possibile, che l'immenso cumulo di pietre, ed altre materie, che sono condotte dalle acque nelle lor piene, possano tutte, a detta del Guglielmini, logorarsi, e consumarsi nelle poche ore, in cui dura l'impeto della fiumana, e nel breve spazio, che v'è dai monti all'ultimo limite delle ghiaje, massime se si rifletta, che i sassi perdono una parte del loro peso nell'acqua, e quindi ne sono gli urti più deboli, e che la figura irregolar delle ghiaje fa, che molte obbliquamente si pieghino, e si ritirino alle sponde, scansando in tal guisa gl'incontri, e le percosse?

Che se si trovano più sottili le ghiaje, a misura che si scostano dai monti, ciò non è perchè abbiano potuto consumarsi in un tratto così breve, ma perchè venendo meno la pendenza de' piani, e la rapidità dell'acqua, convien che le ghiaje più grosse, e più pesanti, sieno lasciate

Digitized by Google

indietro le prime, poscia le minori, e finalmente le più sottili, e leggiere *a*.

Come dall'altro canto può credersi col Belgrado, e col Frisio, che un sì orribile sbattimento, e conflitto de' sassi, com'è quello, che nasce nel tumulto e soqquadro delle fiumane, non debba spuntare, rompere, e triturare una qualche porzione di ghiaje, e renderle più tenui, e capaci di essere trasportate più lungi, ed anco sino alle foci? E ciò tanto più ch'essi stessi non senza implicanza concedono doversi attribuire la rotondità, la levigazione, e la minor mole dei ciottoli al lungo strisciamento, ed attrito? *b*

Come finalmente si può chiudere col Bernard gli occhi a ciò, che v'è di più manifesto, e sostenere, ad onta della visibile, e sempre maggior degradazione delle nostre montagne, che non cadono da esse nè ghiaje, nè arene, nè terre, e che non si alzano nè poco, nè molto i letti dei nostri torrenti, e de' nostri fiumi?

a Vedi Cap. VII della prima Parte.

b L'urto, e il dibattimento reciproco potrà bensì rendere qualche volta le pietre più liscie e più polite, e così farvi qualche diminuzione di mole, mutazion di figura, assottigliamento di superfizie ec.

Frisio. *Loc. cit. ut supra.*

Digitized by Google

Cotali stravaganze, e contraddizioni, sono senza dubbio l'effetto dello spirito di partito. Lasciamo ciò, che v'è di esagerato e di falso in codesti sistemi, e prendiamo ciò, che v'è di buono e di vero in ognuno di essi.

Egli è innegabile, che dalle coste scoscese delle montagne, dopo massime l'estirpazione de' boschi, e il dissodamento di que' ripidi luoghi, precipita nelle valli una strabocchevole quantità di materie: che le acque ne formano un immenso lavacro, e quasi lissivio, per cui le parti terree, più fine, e più lievi, restando sospese nel fluido, vanno poi depositandosi a mano a mano per tutto il corso de' fiumi: che le ghiaje, e le arene più grosse, dilavate, ed ignude, quasi che fossero state cribrate in un vaglio, rimangono più indietro, e ne' tronchi superiori, dove vi formano successivamente strati sopra strati: che una porzione di codeste ghiaje, sfregandosi, e stritolandosi fra loro, si risolve col tempo in parti minori, sicchè possano essere trasportate più innanzi, e dove non giungerebbero, se conservassero la primiera mole, e figura: che però questo tardo, e graduato assottigliamento d' una sola porzione delle ghiaje non può compensare giam-

Digitized by Google

mai la loro enorme, e rapida sopravvenienza: che s'incontrano, è vero, talvolta sul cammino de' fiumi, anco in distanza dai monti, e nelle pianure stesse, dei banchi, e degli strati di ghiaje, le quali non possono esservi state condotte dal fiume, che ora esiste, e le quali, unitamente a tante altre luminose prove, attestano le antiche rivoluzioni del nostro globo, ma si avrebbe nulladimeno torto di trarre da questo fatto una deduzion generale, quella cioè che non cadano da monti nuove ghiaje, e che non n'entri alcuna nuova quantità negli alvei de' fiumi.

Or gioverà non poco, com'io credo, il formarsi una vera idea di questa massa di materie, che discendono continuamente dalle montagne, e sono portate dalle acque negli alvei delle riviere. Non v'è forse cosa, che sia più propria di questa per farci conoscere, quale esser possa il miglior metodo, e sistema di reggere i nostri fiumi.

Par veramente a primo aspetto, che debba riuscire assai difficile, e pressochè impossibile, il calcolare, nemmen per approssimazione, la quantità di tante materie così diverse di mole, di figure, di peso, altre che galleggiano, altre che stanno immerse, e natanti nell'acqua, altre che

Digitized by Google

strisciano, o son rotolate sul fondo, altre che cadute nel letto de' fiumi vi si arrestano per secoli, e non fanno qualche passo se non che nelle piene più furiose, e straordinarie. Ciò non ostante mi sembra, che con quella sola maniera di ragionare, di cui ci serviamo nelle nostre usuali, e domestiche faccende, noi possiamo di molto avvicinarsi al vero.

Se da noi si conoscesse la massa d'acqua torbida, ch'entra nel corso dell'anno in un dato fiume, e la proporzione, che hanno le ghiaje, terre, ed altre materie con questa massa d'acqua, si saprebbe ciò, che andiamo cercando. Perciocchè se il fiume conducesse, per esempio, in un anno cento milioni di piedi cubici d'acqua torbida, e se quest'acqua contenesse dieci parti di ghiaja, sabbia, e limo per ogni cento, io direi francamente, che il fiume trae seco in un anno dieci milioni di piedi cubici di materie, nè potrei rigettar questo calcolo, per quanto io volessi esser cauto e guardingo.

Noi non abbiamo dunque bisogno che di avere due dati; cioè, quanta sia l'acqua torbida, ch'entra nel fiume; e quanto essa contenga di materie straniere.

Digitized by Google

Ora facciamoci arditi, e tentiamo di conoscere la massa delle materie, che sono condotte dal Po, e da tutti li suoi influenti, nel corso d'un anno.

Tutta quella superfizie di montagne, di colli, di costiere, di valli, e di campagne inclinate, che tributano le loro acque al Po, si calcola, che sia di trenta mila miglia quadrate, pari, cioè, ad un rettangolo, o ad una gran piazza di trecento miglia in lunghezza, e di cento in larghezza *a*. Secondo Kant codesta superfizie sarebbe molto maggiore, ma nel passo dove quel Geografo Fisico parla di ciò è corso senza dubbio un errore *b*.

Un nostro miglio quadrato è uguale, come si sa, a 25 milioni di piedi quadrati. Dunque l'area della gran vallata del Po sarà di milioni 750 mila di piedi quadrati.

Ora dalle più accurate sperienze, che si vanno in Italia facendo da più d'un secolo, dal Manfredi al nostro celebre Oriani, risulta, che le acque cadenti ogni anno dal Cielo sopra l'area

a Zendr. *Leggi, e Fenom. ec., Cap. VII, n.* 8.
b Kant. *Geogr. Fis., Tom.* 5, *n.* 6.

Digitized by Google

summenzionata, sono per lo meno, preso un termine medio, di 48 pollici; poichè al piano giungendo esse a trenta pollici circa, e fra i monti, e nelle valli, perfino a più di novanta, si potrebbe dire giustamente, che il termine medio fosse quello di pollici 60. Infatti per questo riflesso senza dubbio ha lo Zendrini valutata l'annua quantità dell'acque cadenti dal Cielo nei nostri paesi a pollici 62 *a*.

Ma perchè non possa dubitarsi del calcolo, poniamo, che siano dappertutto, il monte compensando il piano, di soli pollici 48, ossia di piedi 4, il che vuol dire nel linguaggio meteorologico, che se tutte le acque delle pioggie, e delle nevi, che cadono in un anno sopra l'area della gran vallata del Po, fossero su di essa raccolte, ed equabilmente distribuite, giungerebbero all'altezza di piedi quattro.

Ma quest'area de' paesi, che porgono acque al Po, è di milioni 750 mila di piedi cubici, come abbiamo testè veduto; dunque tutta l'acqua cadente in un anno sopra di essa sarà di tre bilioni di piedi cubici.

a Zendrini. *Leggi, e Fenom., Cap. VII, n.* 12.

Digitized by Google

Ora due grandi sottrazioni far si debbono da codesta massa. Primieramente non tutta l'acqua, che cade dal Cielo, viene a congregarsi nel fiume. Molta è assorbita dalla terra, molta dalle piante, molta svaporata dal Sole. In secondo luogo quella, che rimane, e che si riduce a scorrere nel fiume, non è sempre torbida, ma per qualche tempo dell'anno si mantiene chiara, e quasi scevra di materie. Veggiamo dunque quanto si debba detrarre per una ragione, e quanto per l'altre.

Eustachio Manfredi, nel suo bel trattato sull'alzamento della superfizie del mare, crede, che di tutta l'acqua, che viene dal Cielo, un terzo solo entri negli alvei de' torrenti e de' fiumi, e gli altri due terzi sieno o bevuti, o attratti, come si è detto, dalle terre, dagli arbori, dai venti, dai raggi solari *a*.

Avvegnachè però sia molto autorevole il parere di sì grand'uomo, io stimo prudente di seguire anche in ciò la norma, che mi sono prescritta, quella cioè di tenermi piuttosto al di qua, che di andare al di là del vero. Io dunque voglio supporre, che non già due terzi soli, ma

a Eust. Manfr. *Sopra l'alzarsi che fa di cont. la superf. del mare.*

Digitized by Google

quattro quinti delle acque sieno, come sopra, disperse, e consumate, e che un quinto solo delle medesime sia quello, ch' entra ne' fiumi. Prendendo dunque la sola quinta parte della massa dell' acqua cadente in un anno sul territorio del Po, la quale si è appunto trovata di tre bilioni di piedi cubici, si riduce la medesima, come ognuno ben vede, a milioni secento mila.

Ma ora nuovamente da questa si dee detrarne un' altra porzione, quella cioè, che scorre fra l' anno nelle riviere limpida e pura.

Egli è certo, che nelle piene le acque de' torrenti e de' fiumi crescono smisuratamente più di quello, ch' erano prima, non solo perchè si aumenta di gran lunga la loro massa, ma eziandio perchè si fa maggiore la loro velocità, il che singolarmente merita riflesso. Perciocchè se un fiume cresca venti volte di corpo, ed insieme acquisti una velocità tripla, la quantità dell' acqua, ch' esso scarica in tempo pari, non è già solo venti volte, ma sessanta, come si è già mostrato, maggiore *a*. Quindi in un giorno solo il Po gonfio può scaricar tant' acqua, quanta ne

a Vedi Parte prima, Cap. IV e V.

Digitized by Google

passa in un mese, quando è basso *a*. Egli è pur manifesto, che le piene son ora divenute sempre più frequenti, e strabocchevoli.

Per questi motivi si è creduto da molti esperti idraulici, che le acque limpide de' fiumi non potessero tutto al più calcolarsi, che per una quinta o sesta parte della massa. Non è senza dubbio mal fondata questa opinione, ma pure io sarò, secondo il mio piano, anche in ciò più moderato, e concederò, che la porzione dell' acque chiare sia un terzo del tutto.

Sottratto adunque dalla massa sopra indicata di milioni secento mila di piedi cubici un terzo, cioè milioni dugento mila, rimarranno l' acque torbide, che sono condotte in un anno dal Po, e da tutti li suoi influenti, milioni quattrocento mila di piedi cubici.

Ora che abbiamo trovata la quantità dell'acqua torbida, ch' era il primo dato, passiamo ad inda-

a Posta la larghezza di una sezione del Po basso piedi 300, l' altezza ragguagliata 6, la velocità 4, e nel Po alto posta la prima 900, la seconda 33, la terza 8, il che è assai prossimo al vero, sarà l' acqua che passa in tempo pari nel Po basso a quella che passa nel Po alto come 7200 a 237600, ossia come 1 a 33. Ma se si confrontino le acque del Po bassissimo con quelle del Po altissimo, le differenze sono ancora di gran lunga maggiori.

Digitized by Google

gare quanto di materie si contenga in quest'acqua, ch'è il dato secondo.

Prima di fare le più accurate osservazioni, ed esperienze sul proposito, io era per verità persuaso, che codeste materie di tante sorta, di cui è pregna, e grave l'acqua delle fiumane, dovessero costituire una buona parte di essa.

Il color fosco, e sudicio dell'acqua in tempo di piena: il pantano, e la belletta, che si depone per ogni dove, e che forma una spezie d'involucro, e di crosta, perfino intorno ai sassi i più levigati, e rotondi: l'oppilazion de' condotti, e de' canali, che in poche ore si riempiono allora di limo: lo trascinamento di gran copia di ghiaje, che si annuncia con un romore continuo, e che imprime alla fiumana una certa gravità terribile: le grandi deposizioni, ed ammassi fortuiti di materie, che formano banchi, ed isole intere in una sola piena: tutte queste, ed altre circostanze mi facevano credere, che l'acqua delle fiumane fosse una spezie di denso ramno, di poltiglia, o di altro miscuglio liquido, e scorrente.

Le autorità di scrittori rispettabili mi confermavano in questa credenza.

Il Varenio nella sua Geografia parla di fiumi,

Digitized by Google

che conducono un terzo di sabbia, e di terra *a*.

Il Groto sosteneva, che lo stesso fosse del Po da circa due secoli, allorchè non erano così ruinate le montagne, come lo sono presentemente *b*.

Il Riccioli, il Moscatelli, il Corradi, ed altri matematici, ed ingegneri portavano la stessa opinione riguardo al Reno di Bologna; essi dicevano, che la sua terza parte fluente fosse sabbia, e terra *c*.

Ad onta di queste autorità, per conoscere con più di precisione la quantità di dette materie, mi sono posto ad istituire, e ripetere un gran numero di sperimenti sopra molti de' nostri torrenti, e fiumi, e ciò col lasciar deporre in appositi vasi le acque torbide, prese in varie epoche delle piene, e a varie altezze, giacchè cresce, o scema la quantità delle materie, secondo che la fiumana si trova nell'afflusso, nel colmo, o

a Varen. *Geogr. Gen. Lib.* 1, *Cap.* 18.

b Quando il Po vien torbido, se noi coglieremo una caraffa delle sue acque, e le concederemo spazio che si schiarì, e deponga il torbido al fondo, troveremo che la terza parte sia fango.

Groto. *Oraz. IX recit in Venezia nel pien collegio.*

c Riccioli. *Geogr. Lib.* 6, *Cap.* 30.

Ceva, e Moscat. *Sulla immiss. di Reno in Po.*

Digitized by Google

nella declinazione, e secondo che si prende l'acqua alla superfizie, nel mezzo, o verso il fondo del fiume.

Ora fra tutti questi dati pigliando un termine medio, mi è risultato in un gran numero de' nostri torrenti, e fiumi, che di cento parti d'acqua torbida sei possono stimarsi di ghiaja, sabbia, arena, terra, ed altre materie.

Come dunque trovarono gli Autori sunnominati, che le materie stesse compongono un terzo dell'acqua torbida? Come, per lo contrario, dicono l'Hartsoeker, e il Manfredi, l'uno che il Reno di Germania porta seco un solo centesimo di terra, e l'altro che il Reno d'Italia ne conduce ancor meno?

La contraddizione non è che apparente. Li primi parlavano del colmo delle fiumane, e del massimo grado di torbidezza. Li secondi parlano solamente di quelle particelle più tenui, e più fini di belletta, che restano sempre sospese, e natanti nell'acque, e che vengono portate fino in grembo del mare *a*.

Si può dunque credere con molta ragione, che

a Hartsoeker. *Phys. Lib.* 7.
Manfredi. *Sull' alz. del mare ec.*

Digitized by Google

le materie condotte dai nostri torrenti, e fiumi, nello stato di degradazione, in cui ora si trovano i monti, sieno una diciasettesima parte circa, ovvero sei delle cento parti dell'acqua torbida delle fiumane.

Ma la massa dell'acque torbide del Po, e di tutti li suoi influenti, fu rinvenuta poc'anzi di milioni quattrocento mila di piedi cubici; dunque delle cento parti della medesima prendendone sei, noi avremo prossimamente la quantità vera delle materie, che in un anno sono condotte dal Po, e dai suoi tributarj. Ognuno vede, che la detta quantità risulta per appunto di ventiquattro milioni di piedi cubici.

Ora cerchiamo di farci una chiara, e giusta idea di questa massa di materie, e rendiamola sensibile con esempj.

La più alta delle piramidi d'Egitto, che sussiste ancora dopo trenta secoli, e che fu sempre riguardata come una delle opere più meravigliose, che sieno state fatte dalla potenza de' Re, e

a Maillet. *Descript. de l'Egyp.*
Shaw. *Voyag. dans plus. provin.*
Pockock. *Voyag. dans l'Orient etc.*
Buschiag. *Geogr. Univ. Tom. XXVIII.*

dalla forza unita delle nazioni, ha la base quadrata di piedi 693 di lato, ed ha piedi 499 di altezza *a*. Se dunque la piramide fosse tutta massiccia, essa formerebbe un solido immenso di circa ottanta milioni di piedi cubici *a*.

Ma la mole delle nostre materie ascende, come abbiamo veduto, a milioni ventiquattro mila. Essa è dunque trecento volte maggiore della detta piramide, cosicchè se tutte codeste materie, le quali si conducono dal Po, e dalli suoi influenti, si ammonticchiassero in piramidi, esse formerebbero ogni anno sopra i piani di Lombardia trecento piramidi tutte uguali alla più grande di quelle d'Egitto. Oh congerie immensa, ed incredibile, se la ragione, e l'esperienza non si unissero insieme per dimostrarla!

Ma si proceda innanzi con questo confronto interessante, e si cerchi di sapere, qual effetto produrrebbero le indicate materie sul Po, se tutte per avventura giungessero, e si arrestassero in quel fiume reale.

a Il Prisma eretto sulla indicata base, e con la detta altezza sarebbe di 239'644,251 piedi cubici; ma la piramide eretta sulla medesima base, e coll'altezza del prisma, è un terzo di esso. Dunque la sua massa è di 79'881,417, ossia, come si è detto, prossimamente uguale a milioni 80.

Digitized by Google

Veggiamo solamente qual sia la capacità del grand' alveo del Po da Pavia al mare.

La lunghezza di questo immenso tronco è di circa dugento miglia, ossia di un milione di piedi. La sua larghezza media può computarsi di piedi secento, e l'altezza ragguagliata di piedi trentasei. Dunque la portata, ossia la capacità dell' alveo del Po da Pavia al mare è di milioni ventidue mila circa di piedi cubici. Ma la massa delle materie condotte ogni anno dal Po è di milioni ventiquattro mila, come si è più volte detto; dunque se tutte codeste materie entrassero, e si fermassero nel grand' alveo del Po da Pavia al mare, lo riempirebbero, ed interrirebbero affatto in meno di un anno. Vedremo a suo luogo perchè ciò non succeda sì presto.

Ecco come siam giunti finalmente passo passo a conoscere l'enorme e prodigiosa quantità delle materie, che nello stato attuale di degradazione delle nostre montagne precipitano nelle valli, e sono strascinate dalle piene de' torrenti, e de' fiumi.

Il calcolo, che ne abbiamo fatto, è il più ragionevole e moderato che far si possa. Esso si appoggia ad esperienze, a fatti, a giuste induzioni. Noi non possiamo dunque a buona equità

Digitized by Google

rigettarlo. Ma se anche per soverchia cautela si volesse dibattere un terzo, una metà, due terzi dalla massa delle materie, che abbiamo determinata, resterebbero ancora cento le nostre piramidi Lombarde, e il gran tronco del Po summentovato si ostruirebbe sempre, anche in questo ultimo caso, in men di tre anni, qualora le materie tutte in esso si arrestassero.

Queste nozioni erano indispensabili per poter passare all' esame della più grande, e più importante questione, che vi sia stata giammai nella scienza dell' acque a' tempi antichi, e moderni, quella cioè della disarginazione, o arginazione de' fiumi. Non si saprebbe dire, se il problema sia più idraulico, o economico-politico. A me sembra, che sia del pari e l' uno e l' altro.

Digitized by Google

CAPO X.

Della disarginazione, ed espansione de' fiumi, secondo la dottrina Egizia.

Fra li molti Congressi, ch'ebbero luogo in Italia sulle sponde de' suoi fiumi, onde por fine, o almen tregua, ai contrasti de' popoli, e degli Stati vicini, uno de' più celebri fu certamente quello, che si tenne in Toscana nell' anno 1665 per riordinare il corso della Chiana.

Questo è appunto quel medesimo fiume, per cui era insorta nel Senato di Roma quella controversia famosa, che ci fu riferita da Tacito, e che ho accennata nella prima Parte [a].

Posta la Chiana fra il Tevere, e l'Arno, e a vicenda respinta dai popoli confinanti, che vi erigevano argini contro argini, e sostegni contro sostegni, era divenuta un fiume sbandito, e ri-

[a] *Actum in Senatu, an ob moderandas Tiberis exundationes flumina verterentur ac lacus . . . . . orantibus Florentinis, ne Clanis solito alveo demotus in Arnum transferretur, idque ipsis perniciem afferret.* Tac. Histor. Lib. I. Vedi Parte prima, Cap. II.

Digitized by Google

fiutato da tutti, senza patria, senza foci, senza dei tutelari. Vagando quindi, e ristagnando qua e là con le sue acque, si era convertita in una sì trista palude, che passò perfino in proverbio per esprimere tutto ciò che v'ha di più infetto, e pestilenziale *a*.

Commossi dallo squallore, e dalle voci di quelle misere genti li Governi di Roma, e di Firenze, convocarono sulla faccia de' luoghi un congresso di personaggi distinti, di matematici, e d'ingegneri, onde trovassero finalmente un rimedio a tanto disordine.

Primeggiavano però fra tutti li due grand'uomini, il Cassini, e il Viviani, ambedue d'età quasi pari, ambedue d'ingegno il più elevato, ambedue accesi da un immenso ardor di sapere.

Volle anche la sorte, che si trovassero in luoghi, ove la terra, i fiumi, i laghi, le valli, gli antichi nomi richiamavano ad ogni passo grandi

a Qual dolor fora, se degli spedali
Di Valdichiana, tra il luglio, e il settembre,
E di Sardigna, e di Maremma i mali,
Fossero in una fossa tutti insembre ec.

Dante Inf., *Cant.* 29.

Quivi son volti lividi, e confusi,
Perchè l'aere, e la Chiana gli nimica ec.

Faz. degli Uber. Dittam. Lib. 3.

memorie, e risvegliavano sentimenti sublimi. La loro unione, che durò molti mesi, divenne celebre negli annali delle scienze.

Talora facevano disotterrar de' vasi, e de' bassi rilievi in mezzo alle antiche, e venerande ruine di città, che più non esistono, e si udivano favellare con gran copia di erudizione della potenza, della ricchezza, delle scienze, e delle arti degli Etruschi, il primo popolo colto d'Italia, e il maestro de' Romani, che poscia ne divennero i signori, e ne distrussero, secondo il lor uso, le storie, i monumenti, e la lingua. Dalla sola città di Volsinio que' fieri conquistatori trasportarono a Roma due mila statue *a*.

Talora essi tracciavano, con Livio, e con Polibio, il disastroso cammino, che aveva tenuto Annibale dopo il fatto della Trebbia, e dicevano: egli è laggiù verso l'Arno, dove quel Capitano, per la nebbia umida e palustre, perdette l'occhio sinistro. Ma ad onta delle inondazioni,

a Winckelmann. *Ist. de l'Acte etc.*, *Lib.* 3.
Dempster. *De Etrur. reg.*
Mem. dell' Accad. di Cortona.
Caylus. *Recueils des antiq. Egypt.*, *Etrus. etc.*
Plin. *Hist. Nat.*, *Lib.* 34, *n.* 16.

Digitized by Google

e delle paludi, attraversò velocemente queste stesse valli, e questi monti, ove ora noi siamo, per sorprendere il Consolo Flaminio. Ecco là il Transimeno, dove i Romani ebbero la terza sconfitta, e dove si fece palese, quanto nella guerra la rapidità delle marcie decida spesso del destino di grandi armate.

Anche le notti serene di quel purissimo cielo erano poste dai due filosofi a profitto, e il Cassini mostrava al Viviani sul disco di Giove alcune macchie fisse, che ritornavano regolarmente, dopo un certo spazio di tempo, nel medesimo sito, il che pose fuori di dubbio la rotazione di quel pianeta sul proprio asse, e quindi rese più verosimile anche quello della Terra, giacchè se un corpo ben mille volte maggior del nostro globo, com'è appunto quell'astro, s'aggira intorno a se stesso nel breve spazio di circa dieci ore, perchè non potrà farlo la Terra cotanto più picciola, ed in un tempo più del doppio maggiore? Se l'ombra illustre del Galileo avesse allora potuto risaper questa scoperta così conforme alle sue dottrine, si sarebbe senza dubbio consolata degl'insulti, e delle persecuzioni, che aveva in vita sofferto.

Digitized by Google

Nè si contentavano i nostri filosofi di queste sublimi ricerche, ma dedicavano eziandio talvolta i loro studj ad esaminare le metamorfosi degl' insetti, o il vario sesso delle piante, e de' fiori, provincia allora pressochè nuova nella storia naturale: ovvero si ponevano a considerare gli strati delle montagne, e gl' immensi depositi di crostacei, e d' altri pesci, e piante marine, che si trovano negli Appennini, come altresì nelle Alpi, e in tanti altri luoghi elevati della terra. Ciò porgeva materia a gravi ragionamenti sulla formazione delle montagne, e sulla loro successiva degradazione, e disfacimento per opera delle pioggie, e de' torrenti, e quindi discendevano a parlare del successivo interrimento degli alvei de' fiumi, della prolungazione delle loro foci, per causa delle immense materie, che vi sono portate dalle acque, nonchè del graduato restringimento, sebbene per la brevità dell' umana vita all' occhio nostro poco sensibile, dei golfi, dei seni, e della vasca stessa del mare.

Pieno il Cassini di queste grandi idee, ch' egli aveva attinte dai libri dello Stagirita, e che sono state pur quelle di Anassagora, di Platone, di Eudosso, di Eratostene, e della celebre scuola

Digitized by Google

Egizia, dicesi, che un giorno, sedendo fra i compagni sulla sommità d'un monte, d'onde si scorgevano le origini del Tevere e dell'Arno, e si giungeva perfino alcun poco a discernere da una parte il mar Tirreno, e dall'altra l'Adriatico, così dicesse.

» Se un fiume per qualunque causa trabocca
» dalle sue sponde, il nostro rimedio è pronto:
» noi ne alziamo gli argini. Se ha l'ardire di
» romperli, e di allagar di nuovo le campagne,
» si rialzano gli argini, e così fassi una terza,
» una quarta volta, e quante v'è d'uopo. Per-
» ciocchè, si dice, conviene usare coi fiumi ciò
» che si pratica co' furiosi e maniaci, li quali si
» tengono ben rinserrati fra mura, ed anche stret-
» ti, se fia bisogno, con funi, e catene.

» Questo è appunto il sistema, che or domina
» dappertutto, e noi, che siamo qui venuti per
» riordinare la Chiana, finiremo probabilmente,
» già me n'avveggo, col proporre un nuovo ar-
» gine, e partiremo contenti.

» Nella conferenza tenuta, vent'anni fa, su
» questo stesso soggetto della Chiana, alla quale
» intervennero li chiari uomini, il Torricelli, il
» Michelini, l'Arrighetti, e il vostro degno mae-

Digitized by Google

» stro, o Viviani, il Settimi, cos'altro era stato
» proposto che di costruire un argine? Lo stesso
» si osserva per l'Arno, pel Tevere, e per il
» Po medesimo, che quantunque sì grande e
» forte, pur siamo tanto presontuosi da credere,
» che tener si possa in alti argini chiuso, e im-
» prigionato.

» Ma i fiumi ci puniscono pur troppo della
» nostra imprudenza, e stoltezza. La Chiana con-
» tinua ad esser palude, e a desolar con le sue
» febbri quest'ampia valle; e il Po, l'Arno, e
» l'altre riviere vanno sempre più dilatando le
» loro devastazioni spaventose.

» Una sì trista, e ripetuta esperienza mi fece
» meditar lungamente sopra questo sistema di
» tener arginati per forza i fiumi; ed ecco ciò
» ch'io ne penso.

» La natura tende incessantemente a degrada-
» re, a sciogliere, a limare, a rodere la sostanza
» delle montagne *a*.

» Li geli e disgeli, gli ardori del Sole, le piog-
» gie dirotte, i rapidi torrenti, sono appunto li

a Constituta dissolventur, et dissoluta antea constiterunt etc. Aristot. de Cœlo, Lib. I. Idem de generat., et corrupt., Lib. 2.

Digitized by Google

» mezzi, di cui essa si serve per operar questa
» grande, e continua dissoluzione a.

» Basta che noi ci rivolgiamo intorno per es-
» serne convinti. Non vedete su quella costa ri-
» pida e scoscesa come dirupano le pietre, le
» ghiaje, e le terre, e come vanno ad ammuc-
» chiarsi nel fondo della valle?

» La quantità di quelle materie è immensa,
» ed indefficiente, e la loro caduta si fa sempre
» maggiore; poichè a misura che si sdruscisce,
» e si scoscende un monte, ruina segue ruina,
» e precipizio chiama precipizio, come appunto
» fa quel castello deserto, ch'è là più basso di-
» rimpetto a noi, or che vecchiezza, la quale non
» perdona nemmeno al sasso, ed al ferro, ha già
» cominciato a distruggerlo. Esso cade a brani
» da se medesimo, e sarà presto uno sfasciume.

» E dove lasciamo la forza di gravità, ch'è
» pur anch'essa, permettete ch'io così dica, mi-
» nistra della natura nel disfacimento delle mon-

a Certis temporum curriculis illuvies demissa cœlo omnia populatur etc.
Plato in Timeo. Idem in Critia.

. . . . . vallem decursus aquarum
Fecit, et eluvie mons est detractus in æquor.
Ovid. Metam. de doctr. Pitagor. Lib. XV.

» tagne, come quella, che tende sempre a stac-
» care dall'alto i corpi pesanti, e spingerli al
» basso?

» Or tutte queste materie immense, che sono
» trasportate dall'acque nelle loro escrescenze,
» venendo da noi confinate, e rinserrate per forza
» dentro gli argini de' fiumi, senza che possano
» spandersi, e spianarsi lateralmente, convien,
» che vi formino grandi deposizioni, le quali
» vanno sempre più restringendo, ed ostruendo
» il recipiente, e ci costringono quindi ad alzar-
» ne maggiormente gli argini: l'alzamento degli
» argini fa nuova violenza al fiume, e cagiona
» nuova deposizion di materie: queste rendono
» necessario un altro alzamento d'argini, e così
» sempre con una perpetua vicenda, e catena.
» Ora mirate i funesti effetti di questo sistema.

» Il primo è, che mentre noi ci sforziamo di
» sostenere i gran fiumi in alvei eminenti, ri-
» mangono sepolte, e come se fossero in una
» valle, o in una fossa, fertili campagne, le
» quali, non avendo più mezzo di liberarsi dalle
» acque proprie, ed avventizie, sono condannate
» inevitabilmente a divenire a poco a poco paludi.

» Un altro effetto è quello, che le rotte,

Digitized by Google

» quando accadono, e noi lo sappiamo pur troppo se accadono, diventano sempre più terribili, e micidiali; perchè avventandosi le acque dall'alto degli argini, acquistano l'impeto, e la rapidità de' torrenti, e portano guasti, e ruine deplorabili.

» Nè men doloroso è l'altro effetto, che le continue riparazioni delle rotte, e degli argini, vanno diventando già ormai così gravi, che li proprietarj de' terreni, non potendo più supplire all'enormi spese, saranno costretti ad abbandonarli, con danno immenso dello Stato.

» Volete dunque, che i vostri argini, che andate sempre più innalzando, resistano? Voi sommergete senza risorsa vaste campagne, che restano senza scolo. Volete, che resister non possano, come nol potranno a lungo certamente? Voi ruinate le famiglie per fare un'opera vana, e per comperar la pubblica, e la vostra calamità.

» Qual rimedio vi sarà dunque? Voi mi chiedete, e la domanda è giusta. Ecco il rimedio, ch'io credo unico, e vero. Abbassare i nostri argini fino alla portata ordinaria del fiume: nell'escrescenze distribuire, e diffondere con industria, e col mezzo di numerosi canali, le

» acque torbide sulle campagne laterali, onde
» rialzarne con le deposizioni il piano fino al
» livello delle più alte fiumane.

» Immensi vantaggi deriveranno senza dubbio
» dal metodo indicato.

» E prima di tutto sarà il fiume in questo
» modo a poco a poco incassato nel suolo, come
» esser pur deve per legge di natura; poichè
» tanto assurdo io stimo, che i fiumi scorrano
» fuori del seno della terra, e quasi sollevati in
» aria, quanto che le arterie, e le vene, cam-
» minino fuori del corpo umano.

» Egli è solamente in tal guisa che si può
» prevenire, anzi allontanar per sempre il peri-
» colo delle rotte. Quel tristo avvenimento, o
» piuttosto flagello, che noi chiamiamo una rotta,
» non è conosciuto dalla natura in que' luoghi,
» dov' ella da se medesima, e senza le mani degli
» uomini, ha formate le sponde ai fiumi. Fra tante
» riviere, che si sono inalveate con le loro pro-
» prie deposizioni, trovatemene una sola in tutta
» la terra, che abbia gli argini giganteschi, e
» torreggianti, come sono pazzamente i nostri.

» Tutte hanno i lor alvei profondati nel ter-
» reno: tutte vanno gradatamente alzando le pro-

Digitized by Google

» prie sponde, e insieme le adiacenti pianure
» con le loro limacciose alluvioni: ivi l'acque
» torbide, che fanno elevare il letto del fiume,
» fanno pur sorgere a pari passo i continenti la-
» terali, sicchè il fiume non si accorge mai, dirò
» così, di essersi alzato di sede, nè può quindi
» aspirar mai a farsi signore, o predator delle
» sottoposte campagne.

» L'altro grande vantaggio di questo metodo
» è la facilità, e prontezza, con cui si potranno
» scolare i terreni, che or vanno miseramente,
» come ho detto, a divenir pozze, e paduli.
» Perciocchè al primo declinar della piena rima-
» nendo l'altezza della campagna superiore a
» quella del fiume, tutte le acque, a un cenno
» del coltivatore, troveranno uno spedito, ed in-
» tiero smaltimento.

» Li fiumi sono fatti dalla natura per racco-
» glicre tutte le acque de' continenti, e renderli
» asciutti, salubri, ed abitabili [a]. Voi co' vostri
» argini eminenti vi opponete a queste saggie, e
» benefiche intenzioni: voi alzate incautamente
» delle barriere, e delle mura, tra la campagna,
» e il fiume.

[a] Parte prima, Cap. II.

Digitized by Google

» Un insigne benefizio di questo metodo è quel-
» lo altresì, che il pingue limo lasciato dalle allu-
» vioni, o tratto dalla escavazion de' canali, di-
» viene un eccellente concime, che dona al suolo
» una fertilità prodigiosa. Sembra, che il fiume,
» grato di essere stato accolto dall'amica terra,
» voglia nel dipartirsi largamente ricompensarla
» dell'ospizio ricevuto.

» Nè questi sono sogni, o illusioni piacevoli.
» V' ha esempj di grandi, ed illuminate nazioni,
» che hanno adottato un tal metodo, e l' hanno
» felicemente praticato.

» La storia ci mostra, che il Nilo era un tem-
» po divenuto funesto, e terribile all'antico Egit-
» to, per essere stato appunto ristretto a forza
» entro ad argini altissimi, dai confini della Nubia
» insino al mare. Non potendo essere quel gran
» fiume sostenuto per alcun modo a tanta al-
» tezza, rovesciavasi precipitoso e furente, ora
» dall'uno, ora dall'altro lato, sopra il paese,
» ch'era rimasto in suo confronto estremamente
» basso e profondo.

» Perciò chiamavasi a que' tempi col nome
» d' Aquila, per esprimere l' impeto, con cui
» dall'alto delle sue sponde scagliavasi sulle cam-

Digitized by Google

» pagne, come appunto quell'uccello rapace, e
» forte, piomba dalle nuvole sulla sua preda.

» Noi lo sappiamo da Diodoro di Sicilia, che
» stette assai tempo in Egitto, e ne fu istrutto
» dai sacerdoti, li depositarj della storia, della
» politica, e della religion del Paese *a*.

» In una delle fatali sue inondazioni aveva il
» Nilo sommerso, e distrutto una gran parte de-
» gli abitanti *b*.

» Allora gli Egizj compresero, che si oppone-
» vano in vano alla natura, ed allora concepi-
» rono il gran progetto della disarginazione, ed
» espansione del fiume, onde innalzare con que-
» sto mezzo, a destra, e a sinistra, gli orizzonti
» delle campagne *c*.

» Questo appunto è ciò, che, secondo Plu-
» tarco, chiamavano il matrimonio di Osiride,
» e di Nefte, col primo de' quali nomi s'inten-

a Flumen, Nilum, propter cursus velocitatem, profunditatemque aquarum, Aquilam tunc appellatum etc.
Diod. Sic. *Hist.*, *Lib.* 1, *Cap.* 2.
b Absumptis ferme omnibus ejus regionis incolis etc.
Idem. *Ibid.*
c Nilus, coloni vice fungens, evagari incipit etc.
Plin. *Hist. Nat.*, *Lib.* 18, *Cap.* 18.
Nilus liber, et per campestria vagus, in plura scinditur flumina etc.
Seneca. *Nat. Quæst.*, *Lib.* 4.

Digitized by Google

» deva il Nilo, e col secondo la terra *a*. Già vi
» è noto, che tutto esprimevasi con simboli, e
» con emblemi, dai dotti di quella nazione. Or
» ciò appunto significava, che il Nilo sparso sopra
» tutto l'Egitto, lo copriva, e lo fecondava nei
» tempi delle sue piene regolari *b*.

» Nulla poi era stato trascurato da' que' savj
» legislatori per mantener queste felici alluvioni,
» da cui riconosceva l'Egitto la sua salute, e la
» sua prosperità.

» Per questo erano stati fatti quegl' innume-
» rabili canali, che distribuivano minutamente
» le acque torbide sopra tutto il paese *c*. Per
» questo avevano fatto escavare quelle grandi, e
» portentose vasche, anzi veri laghi, per ricevere
» in essi l'acque del Nilo soprabbondanti *d*. Per

a Hoc Osiridis cum Nephti coitum nuncupant etc.
Plut. *De Isid., et Ofir.*
b Nilus certis diebus, auctu magno per totam spatiatus Ægyptum foecundus innatat terris etc.
Plin. *Hist. Nat., Lib.* 5, *n.* 10.
Nilus . . . . . dextra, lævaque totam amplexus Ægyptum etc.
Sen. *Nat. Quæst., Lib.* 4.
c Alveos, insulasque fecerunt, fossis aliis super alias actis etc.
Strab. *Lib.* 17.
d Lacus, effossa humo superfluentis Nili receptacula etc.
Tacit. *Hist., Lib.* 2, *Cap.* 61.
Plin. *Hist. Nat., Lib.* 5, *Cap.* 9, *e Lib.* 36, *Cap.* 12.

Digitized by Google

» questo le mani ree di gravi delitti, e lorde
» puranche di umano sangue, potevano esser pu-
» rificate coll' impiegarle nella escavazione de' ca-
» nali, e de' laghi, che riguardavasi come l' opera
» la più grata al Cielo, e della più alta impor-
» tanza per lo Stato *a*. Per questo erano divinizzati parecchi animali, massime gli acquatici ed
» amfibj, e tra essi anche i Coccodrilli, li quali
» in qualche luogo si nutrivano dai sacerdoti con
» lauti cibi in apposite peschiere, e si adornavano perfino di pendenti, e di braccialetti d'oro.
» Strabone nel suo viaggio in Egitto gli aveva
» veduti cogli occhi proprj *b*.

» Ecco come un' accorta politica conduceva il
» popolo, sempre superstizioso, a non trascurar
» le alluvioni per timore di perdere i suoi Dei.

» Nè l' esempio dell' Egitto è il solo, che la
» storia ci somministra. Potrei citarvi li Caldei,
» e li Babilonesi, che regolarono nel modo stesso
» l' Eufrate, e col favor dell' espansioni lo resero

a Diod. Sicul. *Hist.*, *Lib.* 1.

b Mirum in modum colitur Crocodilus, et est sacer apud eos, in lacu quodam seorsim nutritus, et sacerdotibus mansuetus etc.

Strab. *Geogr.*, *Lib.* 17.

Digitized by Google

» non solo un fiume placido e mansueto, ma
» un benefico fecondatore *a*.

» E per parlare di popoli a noi più vicini,
» qual altro mezzo usarono i Veneti antichi
» per liberarsi dalle acque, che gli sommerge-
» vano? Si sa, che da Ravenna fino al di là
» d'Aquileja, per lo spazio di circa trecento mi-
» glia in lunghezza, e di cinquanta in larghez-
» za, non v'era che una immensa, e mal navi-
» gabile laguna *b*. Le alluvioni de' liberi fiumi,
» dirette con industria da que' popoli, fecero sor-
» gere ricche provincie, dove prima non v'erano
» che ingrate paludi, e stagni insalubri; ed ora
» que' medesimi popoli, coll'aver cangiato siste-
» ma, e col tener arginati per forza i loro fiu-
» mi, corrono grave pericolo di veder nuova-

a Euphrates increscit et ipse Nili modo, statis diebus, ac Mesopotamiam inundat etc.

Cluver. *Geogr. Lib.* 5, *Cap.* 23.

Exundat enim Euphrates æstate, ita ut necesse sit stagnari arva, atque obrui, nisi quis ingruentem fluxum, et aquarum vim, per fossas, et canales divertat, quemadmodum Nilum coercent in Ægypto.

Strab. *Geogr. Lib.* 6.

b Universa regio fluminibus, et paludibus abundat, maxime Venetorum etc.

Strab. *Geogr.*, *Lib.* 5.

Itinerar. Anton. ab Arimino etc.

» mente convertiti nelle antiche paludi i loro
» paesi *a*.

» Dunque la ragione, l'esperienza, la storia,
» gli esempj, tutto ci fa conoscere, che l'argi-
» nazione forzata de' fiumi è improvvida, e dan-
» nosa. Gli uomini grandi dell'antichità l'hanno
» proscritta. Le più colte nazioni, ammaestrate
» dalle proprie disgrazie, dopo aver tentato in-
» darno tutti gli altri mezzi, hanno dovuto fi-
» nalmente abbattere gli argini de' loro fiumi.
» Perchè vorremo noi continuar ancora a seguire
» il nostro sconsigliato sistema? Pretenderemo
» forse di poter combattere con successo contro
» le leggi, e le forze irresistibili della natura?
» Potremo impedir noi, che le immense materie
» portate dalle acque nelle lor piene non vadano
» alzando i letti de' fiumi? Avremo noi la virtù
» di far ritornare indietro queste materie sopra
» i monti, d'onde sono partite? Ovvero ardire-
» mo noi d'innalzare i nostri argini fino alle
» stelle? E quand'anche fossimo così forti e pos-

a Quemadmodum in inferiore fit Ægypto aqua hic inde derivatur (in regione Venetorum) aliæque partes siccatæ agriculturam experiuntur, aliæ navigabiles sunt.

Idem. Strab. *Ibid. ut supra.*

Digitized by Google

» senti, quand' anche i nostri argini sorgessero
» di bronzo, potremo esimere le nostre campa-
» gne dal rimaner sommerse, e seppellite dalle
» acque imprigionate, e stagnanti?

» Non seguitiamo dunque ad illuderci sulla
» nostra situazione: non ci ostiniamo a favorire
» un sistema non meno vano, che assurdo. Tener
» grandi riviere sollevate, e pendenti sul nostro
» capo: mirare il colmo minaccioso delle lor
» piene alto come le cime degli alberi delle no-
» stre campagne: aver case, borghi, città, e pro-
» vincie così basse e profonde, che possano es-
» sere ad ogni istante inghiottite dall' acque:
» lavorar la terra, e raccoglierne il frutto, per-
» chè sia tutto divorato dalle spese di ripara-
» zioni sempre crescenti, ed interminabili: tro-
» varsi esposti alle carestie in un suolo, ch' es-
» ser dovrebbe la sede dell' abbondanza: veder
» insomma i fiumi, che sono un segnalato bene-
» fizio della Provvidenza, farsi da noi stromento
» di terrore, e di desolazione, questo non si
» può chiamar certamente un sistema, ma bensì
» una pazzia, o almeno un errore, ed un fatal
» acciecamento. »

Colpiti li circostanti dalle ragioni addotte, dai

fatti, dagli esempj, e massimamente dall'autorità di sì chiaro uomo, non ardivano di parlare, ma tenendo cadauno gli occhi rivolti, e fissi sopra il Viviani, mostravano chiaramente la brama di udire qual fosse il suo sentimento, quand' egli, dopo d'essere stato alcun poco in silenzio, sciolse la lingua, come si crede, in questi detti.

Digitized by Google

CAPO XI.

Dell' arginazione de' fiumi combinata con la tutela de' monti, e delle foreste.

» Non v'è alcuno certamente di noi, il quale
» non vegga, o non sappia, che più di mezza
» Italia, non che la Toscana, è da' suoi fiumi
» minacciata di lagrimevoli danni, e rovine.

» Io non credo però, che gli argini sieno la
» causa primaria di questi mali, e che coll'ab-
» batterli, e col render liberi i fiumi, come pensa
» il Cassini, riparar si possa a tanto disordine.

» Noi ci abbiam fatto una legge qui di espor
» francamente i proprj pensieri. Ebbene io la
» seguo.

» Dirò dunque in primo luogo, che il me-
» todo Egizio della disarginazione, ed espansione
» dell'acque, non mi pare applicabile ai nostri
» usi, alle leggi, al suolo, al clima, ed alla na-
» tura de' nostri fiumi.

» Dirò in secondo luogo, qual esser potrebbe,
» a mio avviso, il rimedio più confacente alle
» nostre circostanze fisiche, e morali.

» Lasciamo ai poeti, che il Nilo chiamavasi

Digitized by Google

» col nome d' Aquila, che si rovesciava sul paese,
» che aveva sommerso una gran parte degli abi-
» tanti, che Prometeo si voleva uccidere pel do-
» lore, ch' Ercole Egizio incatenò il fiume con
» le sue mani, ed altre simili cose, che si rife-
» riscono all' alto Egitto, e ai tempi favolosi, ed
» eroici degli Dei, e Semidei, come si avverte
» anche dagli storici nel farne il racconto *a*.

» Il basso Egitto, quello, che i Greci chiama-
» vano il Delta, giacchè di questo appunto è che
» si parla, fu sempre riguardato come un paese
» nuovo, e creato dall' arte *b*. Non era esso, pri-

a Diod. Sic. *rerum antiq.*, *Lib.* 1, *Cap.* 2, *quae de Diis fabulose Ægyptii ferunt etc.*

b Ob triquetram figuram multi, Graecae litterae vocabulo, Delta appellavere Ægyptum.

Plin. *Hist. Nat.*, *Lib. V*, *Cap. IX.*

Nilus in plures scissus partes eam formam, quam Graeci Delta vocant efficit.

Diod. Sic. *rerum antiquar.*, *Lib.* 1, *Cap.* 3.

Ægyptus, tantis structa molibus, tot fossis conscissa, terrarum recentissima videtur.

Just. *Hist.*, *Lib.* 2, *n.* 1.

Etenim locus iste (inferior Ægyptus) totaque regio, fluminis invectu nota est.

Arist. *Meteorol.*, *Lib.* 1.

. . . . . *omnem Ægyptum, praeter Thebaicam provinciam, palustrem fuisse; manifestum enim est Ægyptum, in quam Graeci navigant, accessionem esse terrae, ac fluminis donum.*

Herod. *In Euterpe*, *sive Lib.* 11, *n.* 57, *et seq.*

Digitized by Google

» ma di Sesostri, che un vasto piano, inabitato
» e palustre, ove le acque del Nilo andavano a
» mescolarsi con quelle delle maree.

» Quel gran Monarca, dopo aver conquistata
» la maggior parte dell'Asia, stanco, o satollo
» de' suoi stessi trionfi, ebbe bisogno di un nuovo
» genere di gloria.

» Le corone, tolte ai Re vinti, erano divenute
» per lui una cosa volgare. Disegnò dunque di
» creare un regno, tutto suo proprio, e di farlo
» sorgere da una palude. Nè vi fu mai forse
» ambizion più lodevole, o acquisto più legittimo.
» Così foss'egli stato più felice nella scelta del
» luogo!

» Si sa, che dal bottino dell'Asia egli ammassò
» prodigiosi tesori, e che al suo ritorno in Egitto
» condusse seco un numero immenso di schiavi a.

» Con queste braccia, con queste ricchezze si
» pose quel Principe ad un'impresa ben ancora
» più grande, e meravigliosa, di quella delle

a Herod. *In Euterpe ut supra, n.* 57, *et seq.*
Strab. *Rer. Geogr. Lib.* 17.
Cum omnibus deinceps, permagna ea vis erat, captivis, spoliisque victarum nationum, in patriam rediens, Sesostris, magno sumptu, opera permu'ta edidit etc.
Diod. Sic. *loc. cit.*

Digitized by Google

» Piramidi, e degli Obelischi, ch'erano stati
» eretti nell'alto Egitto dai suoi predecessori.

» Oltre la costruzione d'innumerabili canali,
» che dividevano per ogni lato, e quasi tesse-
» vano il basso Egitto, fece scavare a mano quei
» vasti Laghi, ch'eccitarono lo stupore di tutta
» l'antichità *a*.

» Dieci secoli dopo, e nella maggior opulenza
» e fasto di Roma, Germanico non rifiniva mai
» di ammirare quell'opere portentose *b*.

» V'era il gran Lago, detto il Mareotico, che
» appunto somigliava nella grandezza ad un
» Mare; v'erano quelli di Buti, di Eliopoli, di
» Arsinoe, di Crocodilopoli, di Copto, ed un
» gran numero d'altri. Strabone ce ne parla ad
» ogni passo *c*.

» Il Lago di Meride, che ai tempi di Plinio
» aveva ancora dugento miglia di circonferenza,
» è il solo, che forse non sia di Sesostri *d*.

» Ora l'oggetto di queste immense escavazioni

a Quorum miraculorum praecipua fuere lacus etc.
Tacit. *Hist.*, *Lib.* 2, *n.* 61.
b Tac. *Hist.*, *Lib.* 2 *ut supra.*
c Strab. *Geogr.*, *Lib.* 17 *passim.*
d Plin. *Hist. Nat.*, *Lib.* 5, *Cap. IX et XI.*
Paul Lucas. *Voyage de l'Ægypte*, *Lib.* 5.

Digitized by Google

» non fu quello soltanto, che venne indicato dal
» Cassini, cioè di raccogliere le acque del Nilo
» soprabbondanti, ma quello fu principalmente
» d'innalzare con la terra escavata, ed ammon-
» ticchiata, una lunga serie di eminenze, e di
» poggi, sopra i quali ha poscia quel Re fab-
» bricate molte grandi Città, ed un gran numero
» di borghi e villaggi, dove il popolo dall'alto
» mirava tranquillamente sotto di se le inonda-
» zioni del Nilo *a*.

» Lo spettacolo, che presentavano le Città
» Egizie in mezzo alle campagne coperte d'acqua,
» pareva quello dell'isole, che sorgono dai flutti
» del Mar Egeo *b*.

» Aveva dunque quel Re fondatore usate tutte
» le precauzioni: erano state da lui fatte immense

a Permultos insuper, ac magnos erexit Sesostris aggeres, in quibus civitates construxit etc. Diod. Sic. *rer. ant. Lib.*, *et Cap. cit.*

Regio Heliopolitana, ubi Solis urbs est, aggeri magno imposita. Ante aggerem lacus jacent etc.

Strab. *Geogr. Lib.* 17.

Exundante Nilo tota Ægyptus undis tegitur, praeter habitationes.

Id. Strab. *lib. cit.*

b Urbes, vici, agricolarum mapalia tamquam Cyclades apparent.

Diod. Sic. *Lib.* 1, *Cap.* 3.

Latent campi, opertaeque sunt valles. Oppida insularum modo extant.

Senec. *Nat. Quaest.*, *Lib.* 4.

Digitized by Google

» spese, ed opere superbe, prima di render li-
» bero il Nilo: nulla si era ommesso per porre
» il popolo al coperto dalle allagazioni.

» Ma le cose sono ben diverse fra noi. Una
» gran parte delle nostre città, delle borgate, e
» ville, fabbricate ne' secoli addietro dai nostri
» maggiori, or giacciono molto più basse del
» fondo de' fiumi. Vorremo dunque cominciar a
» sommergere gli abitatori viventi per salvar dalle
» rotte i nostri posteri? Oppure saremo noi così
» ricchi, e potenti, da far precedere quelle gran-
» di, e prodigiose escavazioni, e da innalzar
» quelle colline artefatte, su cui fabbricare un'al-
» tra volta le nostre città, e trasportarvi il nostro
» popolo? Perciocchè non v'ha dubbio, che se
» nello stato attual di cose fossero abbattuti gli
» argini de' nostri fiumi, noi resteremmo misera-
» mente oppressi, e sepolti.

» Parlando poi del suolo del basso Egitto, ho
» detto, e ho detto il vero, che consisteva onni-
» namente in terre paludose, e deserte, dove non
» era mai stata impressa orma di umano piede.
» Non vi erano dunque peranco nè abitazioni,
» nè famiglie, nè proprietarj de' terreni, nè con-
» fini, che dividessero i campi, nè sudori vi

» erano stati sparsi per coltivarli, nè figli vi
» erano nati, e cresciuti, nè vi riposavano le
» ceneri de' proprj padri; sicchè senza far torto
» ai diritti, senza far violenza agli affetti ed alle
» abitudini, senza danno e rammarico di alcuno,
» potevano eseguirsi in que' luoghi ancora incolti,
» e liberamente disponibili, tutti li cambiamenti,
» ch' erano necessarj.

» Ma le nostre campagne sono già state ri-
» dotte a coltura da secoli con grande industria,
» e fatica: il sacro dritto di proprietà, quello,
» senza cui l'uomo è schiavo, o neghittoso, vi
» è stabilito, e dalle leggi protetto: le por-
» zioni, in cui si trovano divise le terre, sono
» infinite, ed infinite famiglie vi hanno le loro
» abitazioni, e ne traggono la sussistenza: i vec-
» chi padri, i figli vi nacquero, e presero affetto
» ai loro alberghi, e al loro campo, dove re-
» spirarono le prime aure vitali, e dove prova-
» rono i primi sentimenti, li più cari, ed inde-
» lebili.

» Come occupar tanti terreni già colti per farvi
» l'escavazioni Egizie? Come turbar tanti pos-
» sessori? Gli spoglieremo noi delle loro proprietà
» senza compenso? Ciò è intollerabile. Vorremo

» risarcirli dell' immense perdite, che farebbero?
» Ciò è impossibile.

» Ecco appunto il motivo, per cui non v' ha
» esempio, che simili imprese sieno giammai state
» fatte, o tentate, in paesi già colti, e popolati.
» L' espansioni dell' Eufrate, usate dai Caldei, e
» dai Babilonesi, o quelle del Po, dell' Adige, e
» d' altri fiumi, praticate dai Veneti antichi, ed
» accennatevi dal Cassini, si fecero per ridurre
» stagni, e maresi a fertili campagne, non per
» convertir campagne feconde in maremme, e
» paludi.

» E che diremo delle altre differenze somme,
» che passano fra il basso Egitto, e l' Italia?

» Ivi il paese è tutto piano, ed uniforme;
» qui è intersecato da monti, da costiere, da
» valli; ivi scorre un fiume placido, e solo; qui
» siamo per ogni lato cinti, e minacciati da una
» moltitudine di torrenti, e di fiumi; ivi è il
» Nilo soggetto in tutto l' anno ad una sola escre-
» scenza, regolare nell' afflusso, regolare nella du-
» rata; qui noi siamo sottoposti in ogni tempo
» ad escrescenze frequenti, repentine, strabocchevoli, precipitose.

» Nè meno insigne è la differenza del clima,

» per cui mentre fra noi la natura si sta per
» molti mesi dell'anno intorpidita, ed inerte,
» spiega in Egitto la pompa della più bella ve-
» getazione, e mentre qui la terra è ancora co-
» perta di nevi, e di geli, comincia ivi ne' campi
» ad ingiallire la messe. Quindi è, che in Egit-
» to, all'appressarsi dell'annua piena del Nilo, la
» ricolta è già fatta, e già sono ricolmi i granaj.

» Al contrario fra noi le piene de' torrenti,
» e de' fiumi, succedono appunto nelle stagioni,
» in cui germogliano, o si vanno maturando i
» nostri prodotti, le speranze di tutto l'anno.
» Non potremmo noi dunque mai nello stato at-
» tual di cose lasciar senz'argini li nostri fiumi,
» quando dar non volessimo scientemente le no-
» stre ricolte in preda all'acque.

» Ma sopra ogni altra cosa mi turba un tristo
» pensiero, che non posso svellere dalla mente.

» Che avvenne in Egitto, malgrado tante opere
» stupende, e ad onta della organizzazione di
» tanti canali, e di sì vasti recipienti? Innume-
» rabili torme di sozzi rettili, e sciami d'insetti
» voraci desolarono spesso l'Egitto: il lezzo fer-
» mentato dal Sole, e i corpi putrefatti infetta-
» rono di tratto in tratto l'aria, e quel terribile

Digitized by Google

» flagello della spezie umana, la peste, vi pose
» la sua sede *a*.

» Egli è appunto per questo, che il popolo
» Egizio fu condotto ad adorare le ibidi, ed
» altri uccelli, o animali terrestri, ed amfibj,
» che si pascono di bruchi, di locuste, di topi,
» di ranocchi, di serpi, e simili schifosi oggetti,
» figli de' luoghi acquidosi, e fetenti *b*.

» E tanto era il rispetto, tanta la venerazio-
» ne, che la legge incuteva nel popolo per co-
» desti animali sacri, e risguardati come salva-
» tori del paese, che chi ne avesse ucciso alcuno,
» anche a caso, anche involontariamente, morir

a Quippe caeterae urbes, quae ad lacus sitae sunt, gravem, et praefocantem aërem in aestivis ardoribus habent, ac propter vapores a Sole excitatos coenum in lacuum labris cogitur, unde coenoso humore exhalante aër morbificus atrahitur, et pestilentiae initium praebet.

Strab. *Geog. Lib.* 17.

b Colunt Ægyptii animantia quaedum praeter modum, non solum viva, sed etiam mortua, sicuti felos, accipitres, ibides etc.

Diod. Sic. *Lib.* 3, *Cap.* 4.

Invocant et Ægyptii ibes suas contra serpentium adventum etc.

Plin. *Hist. Nat.*, *Lib.* 10, *Cap.* 40.

Ex avibus ibis utilissima est ad serpentes, locustas, brucosque delendos: accipitres autem prosunt contra scorpiones, cerastasque, et parva animalia, quae morsu nocent etc.

Diod. Sic. *eodem lib., et capite ut supra.*

Digitized by Google

» facevasi tra crudi tormenti, a furor di po-
» polo, e senza veruna forma di giudizio *a*.

» Ad onta però di queste religiose, e politi-
» che industrie, che vi furono indicate anco
» dal Cassini, non andò molto, dopo Sesostri,
» che si fecero già sentir vivamente i tristi ef-
» fetti della disarginazione, ed espansione del
» Nilo. In seguito le ostruzioni de' condotti, i
» ristagni dell'acque, e con essi i morbi conta-
» giosi, e funesti, crebbero con una rapidità sem-
» pre maggiore.

» Non fu possibile il sostenere a lungo l'im-
» mense spese, e l' infinito travaglio di tener
» espurgati quegl' innumerabili canali, e vastissi-
» mi laghi. Nulla valsero ad impedirne il disor-
» dine le accorte provvidenze istituite da Seso-
» stri, le leggi, gli usi, la religione stessa: nulla
» i tentativi fatti dai Tolommei, Principi ricchis-
» simi, ed industriosissimi, che regnarono dopo
» Alessandro per quasi tre secoli: nulla la po-
» tenza, e grandezza di Augusto, che unì l'Egit-

a Æluro, et ibide exceptis, quos si quis sponte, aut secus, occiderit, interficitur, accurrente turba, et absque judicio hominem variis suppliciis affectum interficiente.

Diod. Sic. *rer. ant. Lib.* 3, *Cap.* 4.

Digitized by Google

» to all' Impero Romano: nulla le cure straordi-
» narie, e singolari di Tiberio, che risguardava
» quella provincia come la nutrice di Roma.
» Le pestilenze partirono sempre dall' Egitto, e
» di là si sparsero a spopolar la terra.

» Ancorchè dunque fossimo così opulenti da
» poter intraprendere quelle opere meraviglio-
» se; ancorchè non si avesse da spogliare al-
» cuno del retaggio de' suoi padri, nè uno solo
» degli abitanti sparger dovesse una lagrima;
» ancorchè noi avessimo un fiume unico e man-
» sueto, non molti e furiosi, una escrescenza
» sola e regolare, non cento instabili e smode-
» rate, una natura sempre ridente e feconda,
» non lunghi inverni, e brevi estati, e scarsi
» soli; ancorchè insomma, ed usi, e leggi, e
» climi, e terre, e fiumi non fossero tra noi
» cotanto diversi, chi mai sarebbe, che far vo-
» lesse in casa propria un sì pericoloso, e forse
» micidial esperimento?

» Se dunque il sistema Egizio non è fatto per
» noi, veggiamo qual altro espediente sarebbe
» più adattabile alle nostre circostanze.

» Il Cassini dipinse vivamente le sciagure, e
» i mali che ci sovrastano, per l' immenso stra-

Digitized by Google

» scinamento, ed accumulazione delle ghiaje,
» delle arene, delle terre, ed altre materie, che
» sono condotte nelle lor piene dai torrenti, e
» dai fiumi. Nulla poteva dirsi di più giusto, di
» più vero, di più conforme all' esperienza.

» Io aggiungerò pure un'altra causa delle ruine
» cagionate dai fiumi, la quale non fu dal Cas-
» sini considerata.

» Essa è la impetuosa, ed istantanea soprav-
» vegnenza delle piene, per cui quella quantità
» d'acqua, che giunger dovrebbe in molti gior-
» ni, or sopravviene in poche ore; sicchè non
» potendo una massa sì mostruosa, ed enorme,
» essere contenuta dagli argini, qualunque sie-
» no, delle riviere, è forza, che trascenda, o
» atterri le ripe, ed inondi le campagne.

» Se dunque vi fosse un modo d'impedire sif-
» fatto precipitoso, e dirotto afflusso dell'acque,
» e delle materie, esso sarebbe certamente il ri-
» medio migliore, perchè sopprimerebbe la causa
» vera, e primaria di tanti mali. Or questo ap-
» punto è ciò, ch'io propongo.

» Egli è vero, come ha detto il Cassini, che i
» geli, le pioggie, gli ardori del Sole, i torrenti
» tendono a degradare, e dissolvere le montagne.

Digitized by Google

» Ma la natura, che alle cause della distru-
» zione oppone sempre un principio di conser-
» vazione, e di vita, ond'è, che i nostri secoli
» non sieno per essa che giorni, anzi pur brevi
» istanti, la natura, dico, ha con savio accorgi-
» mento guernite, difese, e protette le schiene,
» e le coste de' monti, di vegetabili d'ogni spe-
» zie, li quali hanno il duplice uffizio di arre-
» stare in mille modi le acque cadenti dal cielo,
» e di legare nel tempo stesso, e rassodare con
» le innumerabili loro radici le ghiaje, e le terre
» de' luoghi ripidi, e precipitosi.

» Io non vi ripeterò qui ciò, che già vi ho
» detto, e ridetto su questo proposito.

» Ve n'ho parlato a lungo, e più volte, come
» ben vi ricorda, dopo quel giorno, in cui sor-
» presi da un orrido nembo noi ci rifugiammo
» in quell'antica foresta, dove si erano pur ri-
» covrati molti pastori con le loro greggie nume-
» rose, e dove stemmo al coperto, e così per-
» fettamente riparati buona pezza dalla pioggia,
» sebben dirotta, che non ne giunse goccia a
» cader sul suolo.

» Egli fu appunto allora, ch'io far vi feci sulla
» mirabile virtù delle piante di arrestare le piog-

Digitized by Google

» gie tutte quelle osservazioni, e riflessi, da cui
» siete rimasti, come mi parve, pienamente per-
» suasi, e convinti *a*.

» Ecco dunque il rimedio il più facile, il più
» conforme alle leggi della natura, ed agl' inse-
» gnamenti dell' esperienza. Rivestiamo le coste
» ignude, e lacerate de' monti, rimettiamo le
» selve, che la nostra, dirò imprudenza o men-
» tecattaggine?, ha sterpate, e distrutte. La loro
» estirpazione appunto è la causa primaria dei
» disordini de' nostri fiumi, e delle calamità, di
» cui sono gli argini accagionati.

» Dico accagionati, perchè mi pare, che in
» ciò non si ragioni da noi giustamente. Le piene,
» e le materie non discendono già dai monti,
» perchè si son fatti gli argini, ma si son fatti
» gli argini, perchè discendono furiosamente dai
» monti le materie, e le piene, siccome non esi-
» stono i furti, e le violenze, perchè vi sono le
» carceri, ma esistono le carceri, perchè vi sono
» le violenze, ed i furti.

» Ora chi è che pensi meglio? Quegli, che
» dice, apriamo le carceri, lasciamo libero il

a Vedi Parte prima, Cap. 6.

» freno ai prepotenti, e ai rapitori? Ovvero chi
» dice, togliamo le rapine, e le prepotenze, e
» rendiamo men necessarie le carceri. Io sono
» di questo secondo avviso, e credo, che si debba
» cercar di togliere alle riviere la rapacità, e la
» violenza, e render con ciò non necessario un
» ulterior rialzamento d'argini.

» Convengo col Cassini, che qualora le ghiaje,
» e le terre sieno cadute nelle valli, e nei letti
» de' torrenti, e de' fiumi, non si possano far ri-
» tornare ai monti, d'onde sono partite, ma dico,
» che queste materie vi possono essere arrestate,
» innanzi che cadano. Io accordo, che qualora
» è già entrata una immensa colonna d'acqua
» nell'alveo di un fiume, non si può farla retro-
» cedere alle sue fonti, e ai suoi ruscelli, ma
» sostengo, che quest'acqua può essere tratte-
» nuta, e moderata, prima che precipiti dalle
» montagne.

» Io non intendo per altro con ciò di farmi
» difensore dell'altezza esorbitante, e viziosa
» de' nostri argini. Ella è certamente una scia-
» gura, che i nostri padri con la loro impru-
» denza ci abbiano posto in questa fatal neces-
» sità di dover tenere i fiumi elevati a tal se-

Digitized by Google

» gno, ed imminenti alle nostre contrade. Chi
» non vede, quanto sarebbe stato meglio, che
» ciò non fosse accaduto?

» Ma, postochè il male è già fatto, io doman-
» do, se sia ora prudenza l'esporci a calamità
» maggiori per l'impazienza di tollerarlo, e di
» aspettar l'effetto di salutarj rimedj, come fa-
» rebbe colui, che per non soffrire un po' di
» gonfiezza delle gambe, o delle braccia, se le
» facesse immediatamente troncar ambedue. L'ab-
» batter ora in un istante tutti gli argini de' fiu-
» mi sarebbe appunto una follìa non minore.

» Il rimedio dunque, ch'io propongo, è quello
» di associare l'arginazione de' fiumi con la tu-
» tela de' monti, e delle foreste; rimedio senza
» dubbio il più sicuro, e il più prudente insie-
» me d'ogni altro. Sicuro, perchè seconda le
» provvide, e perspicaci viste della natura, per-
» chè ci viene suggerito, e raffermato dall'espe-
» rienza, perchè si porta alla vera origine de' mali,
» e fa cessare gli effetti col toglier via le cagio-
» ni: prudente, perchè non si serve di mezzi
» estremi, e violenti, perchè non produce con-
» vulsioni, e sconvolgimenti di provincie, perchè
» non offende i diritti, e gli usi di alcuno, per-

» chè non cimenta l'oggetto il più geloso, ed
» eminente di tutti, la sanità e la vita degli abi-
» tanti, perchè insomma per evitare un male
» non ci fa cadere in un abisso di altre miserie
» più gravi, più funeste, e più deplorabili. »

Io mi sono studiato di porre nella maggior luce, che mi fu possibile, la più grande, ed interessante questione, come ho detto di sopra, che vi sia stata giammai nella scienza de' fiumi.

A questo fine appunto, e per iscemare la noja inseparabile da una lunga discussione, ho creduto proprio d'introdurre li due interlocutori filosofi. Spero, che mi si perdonerà questa picciola industria.

Dovendosi poi scegliere fra li due proposti partiti, non v'ha dubbio, come mi sembra, che l'ultimo non sia il più saggio, e il più confacente alle nostre circostanze particolari.

Ma, si dirà forse da taluno, qual bisogno vi è di andare in cerca di nuove provvidenze per reggere i fiumi, quando i metodi, che abbiamo, ci hanno salvato finora?

È dunque per ultimo necessario di esaminare, se li nostri metodi attuali siano veramente sufficienti, o separati, o insieme uniti, per garantirci dalle desolazioni de' fiumi.

Digitized by Google

CAPO XII.

Della insufficienza de' nostri metodi attuali per garantirci dalle ruine de' fiumi.

Per procedere con esattezza in questo importantissimo esame, mi sembra, che convenga osservare prima di tutto, in quali singolari circostanze di tempi, e di governi, sia nato il presente sistema di reggere i fiumi. In secondo luogo gioverà di esaminare ad uno ad uno, ed apprezzare i metodi, che sono a tal fine da noi praticati.

L'Italia, come ho indicato fin dal principio, trovavasi ne' tempi addietro smembrata in molti piccioli Stati, e Signorie. Quindi anche i fiumi maggiori, del pari che i paesi, cader dovevano necessariamente in questa divisione.

Talora un Principe possedeva le fonti, un altro i tronchi superiori, un terzo quelli di mezzo, un ultimo le foci del medesimo fiume. Il Po, nel suo cammino dalle Alpi al mare, vedeva giungere nel suo seno influenti quasi tutti fra

Digitized by Google

loro stranieri, Piemontesi, Lombardi, Elvetici, Grigi, Veneti, Estensi, Parmensi, e che so io.

Codesta moltiplicità di Stati mantener doveva eziandio una diversità di pratiche, di opinioni, d'interessi, di fini.

Allorchè negli estremi pericoli le provincie allagate gridavano alle orecchie de' rispettivi Signori: dormite, o Principi, e vi lasciate sommergere? Allora si congregavano gl'idraulici più rinomati d'ogni paese, e si poneva in deliberazione ciò, ch'era da farsi. Ma que' congressi, dopo molti strepitosi dibattimenti, si scioglievano d'ordinario con poco, o niun frutto.

Non era dunque allora possibile il concepire, nonchè l'eseguire, un piano generale di riforma, e di disciplina. Vi sarebbe stato bisogno della persuasione, e concorso di un gran numero di Stati, tutti emoli, e gelosi l'uno dell'altro, il che potevasi ben desiderare, ma non conseguire giammai.

Era quindi ogni Stato per necessità ridotto a pensare al proprio tronco di fiume, ed alla propria sponda: ognuno attendeva a salvar la sua casa, senza prendersi affanno dell'altrui: ognuno si rinserrava, per dir così, ne' suoi trincieramenti

Digitized by Google

per difendersi dagli assalti impetuosi del fiume, come fanno coloro, che trovandosi assediati in una piazza da un nemico implacabile, procurano di sempre più innalzarne, e fortificarne le mura.

Nè raro pur era il caso, che o coll'arte, o colla forza, si facessero espressamente operazioni tendenti a rovesciare le acque sulle terre del suo vicino, e nell'altrui sciagura si cercasse la propria salute.

In questo stato di cose non potendosi stabilire un regolamento fondamentale, e conforme alle leggi della natura, conveniva contentarsi di rimedj temporanei, palliativi, parziali, e locali. Questo sistema di reggere i fiumi, figlio di tempi, e di circostanze particolari, è quello appunto, che presentemente ancora sussiste. Qual meraviglia dunque, se ritiene, e palesa le imperfezioni della sua origine?

Cinque sono i mezzi principali, che noi adoperiamo presentemente per contenere, e governare i fiumi: alzamento d'argini: rettificazione di corso: nuove inalveazioni: diversivi: ripari.

Che gli argini, benchè altissimi, sieno impotenti, da se soli, a prevenir le devastazioni de' fiumi, egli non è ora difficile a comprendersi.

Digitized by Google

Abbiamo già più volte indicato, e ripetuto, che la distruzion delle selve, e la nudità delle montagne fanno, che tutte l'acque cadenti dal cielo si rovescino in un istante nelle valli, e vi formino una massa immensa, e spaventosa.

Questo disordine cresce ogni giorno più; a misura che s'avanza la degradazione de' monti, e che si levano affatto i ritegni, e i freni, che la natura aveva opposto alla precipitazione dell'acque. Quindi è, che quelle pioggie, le quali, pochi anni fa, non portavano al fiume alterazione alcuna, ora producano una piena, e quelle, che allora causavano una escrescenza mediocre, ora ne cagionino una strabocchevole.

E siccome si vanno sempre più, come or ora ho detto, deteriorando, e diroccando le montagne, così deve accadere, che avremo in seguito fiumane, quand'ora non ne abbiamo alcuna, ne avremo molte, quand'ora son poche, frequenti, quando son rade, furiose, dove son lente, smoderate, dove son ordinarie, sterminatrici, dove ora non sono che minacciose. Quello, ch'è oggi un filo d'acqua, diverrà presto in tempo di piena un ruscello, il ruscello un rivo, questo un torrente, ed un fiume, nè vi sarà più confine, o misura.

Digitized by Google

Non potranno dunque i nostri argini, per quanto sieno eminenti, salvarci da piene imprevedute, stemperate, e sempre maggiori.

Un recipiente, qualunque sia, non vale a contenere un fluido immenso, e che sopravviene tutto in un istante.

Se io volessi far capire in un vaso un liquore, che fosse in vostra mano, e che voi lo versaste furiosamente a secchie, ad orci, e sempre più traboccante, io sarei, dopo molto travaglio, costretto a gridare: moderate l'afflusso, se non volete, che il liquor si versi: il vaso non è infinito: noi perdiamo il tempo, e la fatica.

L'alveo de' fiumi non è che un vaso; le acque discendenti dalle montagne sono il fluido, ch'esser deve contenuto nel vaso. Se moderato ne sia l'afflusso, gli argini potranno essere sufficienti; se intemperante, e precipitoso, le acque accumulate traboccheranno da ogni parte; noi perderemo il tempo, e la spesa.

Abbenchè ciò sembri abbastanza chiaro, nondimeno giova renderlo, quanto è possibile, ancora più manifesto, e palmare.

Supponiamo, che uno de' nostri Laghi, per esempio il Verbano, ossia il Maggiore, da cui

Digitized by Google

esce il Ticino, potesse scaricarsi nel Po col mezzo d'una gran bocca, che fosse in nostra facoltà di aprire, o poco, o molto, a piacere.

Questo bel Lago contiene una massa di 960 milioni di passi cubici d'acqua.

Il Po, in tempo di piena ordinaria, scarica poco meno di 5 milioni di passi cubici d'acqua all'ora, ossia di 120 milioni al giorno, il che forma appunto l'ottava parte dell'acqua del Lago.

Se fosse dunque aperta la bocca di questo in modo, che scaricar si dovesse uniformemente in otto giorni, esso manterrebbe il Po in piena ordinaria per tutto il detto spazio di giorni otto, senza che nascesse nel fiume alcun traboccamento.

Ma se la porta si aprisse in guisa da vuotare il Lago nel Po in soli quattro giorni, allora la doppia massa, che ne uscirebbe, non potendo, per mancanza di tempo, distendersi, ed allungarsi sopra tutto il Po, dovrebbe alzarsi, giganteggiare, e trascendere gli argini da ogni lato.

E se si proponesse di rinversar tutto il Lago Maggiore nel Po in un giorno solo, chi sarebbe quel forsennato, o quel malvagio, che volesse farne la prova? Come si potrebbe contenere, e frenare

Digitized by Google

una sì mostruosa, e terribile colonna d'acque? Quali argini, qual capacità, qual forza sarebbero sufficienti a tanta piena? Ecco cosa fa l'accumulazione, e il rapido afflusso. In tutti tre li casi si tratta di vuotare il medesimo Lago: l'acqua è sempre quella stessa: la differenza non è che nel tempo, ma l'effetto di questa differenza è sì grande, che l'acqua nel primo caso è uguale ad una sola piena del Po, nel secondo a due, nel terzo ad otto piene accavallate una sull'altra.

Lo stesso espressamente avvien nelle fiumane. Le pioggie d'oggidì son quelle a un dipresso, che v'erano in addietro. Ma una volta non potevano congregarsi così rapidamente in massa. Or al contrario cadono a precipizio dalle montagne ignude, e formano, prese insieme, una massa d'acqua non inferiore a quella di un lago. Ma noi abbiam rotto le barrière del lago: tutte le sue porte or sono aperte: l'afflusso dell'acque è istantaneo, e precipitoso: non è più ormai una piena sola, ma due, ma quattro, ma otto sono le piene, che in breve spazio di tempo si ammonticchiano, e simili agl'immensi flutti del mare gonfiato dalla furia de' venti passano sopra

i nostri argini, come se non vi fossero, e devastano le nostre sbigottite contrade.

O voi, che siete al piano, e vi affannate intorno agli argini del vostro tronco di fiume, non vedete, come dai monti vi piombi adosso un improvviso, ed immenso cumulo d'acque? Voi fate come colui, che si difende da un nemico, che ha in faccia, mentre molti alle spalle lo assaliscono, e l'opprimono. Voi siete, siami lecito di seguir la immagine che mi si offre, come il figlio d'Anchise in quella terribil notte, in cui, dopo aver fatta ogni prova per difendere la città dal furore de' Greci, vide sull'alto della rocca, e sulle porte Scee, Giunone, e Nettuno, e Pallade, e Giove stesso, che atterravano le torri, e le mura di Troja. Allora s'accorse della vanità de' suoi sforzi.

Così voi non vi potrete salvar mai dagli assalti del fiume, finchè le Najadi, le Driadi, le Amadriadi, le Napee, e tutte le divinità custodi delle fonti, e delle selve, piene di sdegno per veder violate le loro sedi, verseranno furiosamente dalle lor urne rovesciate tutta l'acqua, che cade dal cielo.

Ma io finora ho considerato i fiumi, come se

Digitized by Google

avessero sempre le lor acque limpide e pure. Or quanto più cresce la forza delle ragioni addotte, quando si rifletta, che l'acqua delle fiumane, torbida e lutulenta, trae seco una incredibile copia di ghiaje, di arene, di terre, e d'altre materie, le quali, arrestandosi in parte, e decubitando nel letto de' fiumi, ne vanno sempre più diminuendo la capacità?

Egli è chiaro, che un vaso si può rendere insufficiente a contenere un fluido, o perchè cresce la massa di questo, o perchè si scema la continenza di quello. Che se nel medesimo tempo si accresca da un lato la quantità del liquido, e si restringa dall'altro la capacità del recipiente, allora per doppia causa sarà il fluido costretto a traboccare da tutti gli orli del vaso.

Questo è ciò appunto, che accade ai nostri fiumi. Le acque, che si scatenano dalle montagne, e precipitano in un istante nelle valli, e nei letti de' torrenti, e de' fiumi, formano, come si è detto, masse mostruose. Le immense materie, che traggono seco, tendono sempre più ad ingombrare, e riempiere gli alvei delle riviere. Dunque i nostri argini per doppia cagione si rendono insufficienti a contenere le acque delle piene.

Digitized by Google

Richiamiamoci qui alla memoria ciò, che abbiam detto di sopra sulla mole prodigiosa, ed enorme delle materie, che nello stato attual di degradazione, e disfacimento delle nostre montagne, sono strascinate dai torrenti e dai fiumi. Noi abbiamo veduto, parlando del Po, che se tutte le ghiaje, e terre portate da esso, e dai suoi trenta influenti, si arrestassero nel suo gran tronco da Pavia al mare, ne rimarrebbe quello in meno d'un anno assolutamente interrito, ed ostrutto.

Se ciò non succede sì presto, egli è, perchè una parte di queste materie, e massime delle più gravi e pesanti, si ferma nei letti de' torrenti, e ne' tronchi superiori de' fiumi, come si è detto a suo luogo. Un'altra parte, ch'è la più leggiera delle materie stesse, viene portata sino alle foci, come si dirà meglio tra poco nel parlar delle rettificazioni. Finalmente, allorchè l'alveo si trova oppresso, e sopraggravato di tali materie, la natura tenta con una crisi, e col romper gli argini, di sollevarlo. Prorompe difatto allora per l'ampia bocca della rotta una immensa quantità di arene, di sabbie, e di limo, che solleva per poco, ed alquanto, il tronco

Digitized by Google

superiore del fiume, come dopo lungo stravizio, e gozzoviglia viene il vomito a liberare il parassito dalla mortal replezione, che l'opprimerebbe

Non altrimenti appunto nello stato d'intemperanza, e di ripienezza, in cui si trovano i nostri fiumi per l'enorme afflusso di tante materie, una rotta procura talvolta al fiume un qualche sollievo, giacchè male non v'è in natura, da cui qualche bene non segua. Ma io non bramerò per altro i fulmini, e gli uragani, per indi respirare un po' d'aria più pura. D'altronde le rotte, se qualche sollievo recar possono al tronco superiore, portano poi sempre il disordine nell'inferiore, come si è veduto di sopra *a*.

Se dunque non vi fossero di tratto in tratto queste crisi terribili, che ogni volta pongono o l'una, o l'altra delle nostre provincie in pericolo di essere soppozzata e sepolta, se una parte delle materie trasportate dalle acque non si arrestasse negl'influenti, o non discendesse sino alle foci, tutto il vasto tronco del Po da Pavia al mare sarebbe ogni anno totalmente riempito ed ostrutto.

a Vedi di sopra Cap. VI.

Ma ciò, che non succede tutto ad un tratto, si fa per altro a grado a grado, e con passo sempre più sensibilmente accelerato. Quindi per doppio motivo, come si è detto, e per l'accrescimento della massa dell'acque, e delle materie, e per la successiva diminuzione di capacità del vaso, si rendono inevitabili in quel fiume reale, siccome a proporzione in tutti gli altri, che si trovano in pari, o poco diverse circostanze, gli straripamenti, e le inondazioni.

Ommetto dunque, non poter giungere le nostre forze all'infinito: ommetto essere stoltezza il presumere, come già si disse, di elevar gli argini fino al cielo: ommetto indebolirsi questi a misura del loro alzamento, e i nostri pericoli crescere nella ragion medesima: basta il considerare, che gli argini non hanno alcuna influenza sulla causa primaria del disordine de' fiumi, e che non possono in alcun modo impedire il rapido afflusso, e l'immensa accumulazione dell'acque, nè quella non meno enorme delle materie, ma che viene anzi questa maggiormente dagli argini occasionata, e promossa, basta, dico, questo, perchè sia dimostrata la loro insufficienza per garantirci dalle devastazioni de' fiumi.

Digitized by Google

Ma, si dirà, con le rettificazioni degli alvei si può dare un così facile sfogo alle acque torbide, che non succedano più nè interrimenti, nè inondazioni. Veggiamo, se ciò sia vero, e quanto sia vero.

Digitized by Google

CAPO XIII.

Continuazione dell' esame de' metodi attuali di reggere i fiumi, e Conclusione.

Si è già detto, e provato nella prima Parte, che le rettificazioni non possono aver luogo ne' tronchi superiori de' fiumi, che corrono in ghiaja *a*.

Le acque delle piene, finchè sono ristrette nelle valli, e camminano in massa, hanno la forza di strascinarsi dietro anco le grosse pietre, nonchè le ghiaje, e le terre.

Ma tostochè si aprono le gole de' monti, e che le acque trovano campo di spagliarsi per larghi, ed aperti letti, allora le materie più pesanti s' arrestano indietro, sia per la diminuzion del pendio, che favoriva naturalmente il ruzzolare de' sassi, sia per la mancanza di forza nell' acqua, più che prima non era, disseminata. Formando quindi le ghiaje all' azzardo qua e là dei

a Parte prima del Saggio, Cap. III, e Cap. VII.

Digitized by Google

dossi, e degli scanni, costringono il fiume a cangiar frequentemente di corso.

Che se anche si potessero incatenare i torrenti, e si sforzassero, loro malgrado, a seguire il cammin retto, altro con ciò non si guadagnerebbe, se non che le ghiaje sarebbero allora spinte necessariamente più lungi, e portate ad occupare gl' inferiori tronchi del fiume con danno ancora più grave.

Perciocchè siccome nel corpo umano, allorquando noi arrestiamo con mal accorti rimedj le secrezioni, che far la natura vorrebbe per le vie da essa disposte, non lasciano mai le morbose materie d' invadere qualcuna delle altre parti più nobili, e vitali, così se la nostra imprudenza impedir vuole ai torrenti di scaricarsi delle ghiaje nelle parti superiori, ove ha la natura disposto, che segua questa deposizione, forza è, che le dette materie sieno portate a fare una invasione nel seno, e nelle viscere stesse del fiume.

Per questo appunto quella grande ingegnera, come si è detto altrove, ha saviamente provveduto, che i torrenti, appena usciti dalle valli, lasciassero indietro una gran parte delle lor ghia-

Digitized by Google

je, e le deponessero sopra larghi renaj, e greti deserti, onde non andassero quelle a turbare il corso delle riviere permanenti, e navigabili.

Non si potrebbe dunque ottener mai ne' tronchi superiori una stabile rettificazione, e qualora con violenza ottener da noi si potesse, porterebbe conseguenze ancora più pregiudiziali, e funeste; dal che si vede, quanto sia il Bernard manifestamente in errore, ed anche in contraddizione con se stesso, quando si affatica di provare, che la rettificazione è il gran segreto per reggere i furiosi torrenti, e i fiumi, che corrono in ghiaja *a*.

Parlando poi de' tronchi inferiori, non si tolgono già tutti i difetti ai fiumi col rettificarli.

L' afflusso strabocchevole delle acque, e delle materie, non è impedito dall' alveo retto, anzi piuttosto è promosso.

Un fiume raddrizzato non si fa camminar senza sponde, senza letto, senz' asprezze sul fondo, senz' attriti.

La cessazion del pendìo a misura che il fiume si allontana dai monti, ed i passaggi dai piani

a Bernard. *Nouv. princ. d'Hydr.*, *Chap. III*, *Sect. XVII.*

Digitized by Google

declivi agli orizzontali hanno luogo anche nelle rettificazioni, e talora questi passaggi divengono con esse più aspri, ed improvvisi; ond'è, che la saggia natura, per evitarli appunto, o raddolcirli, preferisca sovente le sinuosità, e le dolci voltate, come noi pure nelle ascese, e discese de' monti andiamo intorno intorno con un viaggio tortuoso, e più lungo, per temperarne la ripidezza.

Non è dunque possibile di togliere affatto con tal mezzo i soffregamenti, i ritardi, i ringorghi, i ventri d'acqua, le deposizioni delle sabbie, e delle melme, i banchi, i dossi, e quindi le tortuosità del fiume, e le svolte delle sponde, una sola delle quali basta poi, per la legge de' ribattimenti, a produrne cento altre [a].

Si aggiunge di più, che la rettificazione nuoce sempre a se stessa col convogliare, e radunare alle foci una maggior copia di materie, e col prolungare più presto, e più estesamente, gli ultimi tronchi orizzontali delle riviere.

Egli non è credibile, quanto i fiumi, che ca-

a Conte Stratico. *Della inclinazione delle sponde negli alvei ec. Mem. dell' Istit. Naz. Ital., Tom.* 2, *Par.* 2.

dono nella parte superiore dell' Adriatico, abbiano in breve tempo protratto il Continente, e con esso la linea del loro corso *a*.

Diceva Plinio, parlando de' suoi tempi, che dopo la distruzione de' boschi dell' Armenia nelle guerre Mitridatiche, o nate da quelle, sotto Lucullo, Silla, Pompeo, Cesare, ed altri, tanta fu la copia delle materie portata dall' Eufrate alle sue foci, che il mare ne fu allontanato in pochi anni per il tratto di ben cento e venti miglia *b*.

Questo esempio non ci è già straniero. Vivono ancora fra noi molti di quelli, che videro cogli occhi proprj, quanto sia stato sensibile il prolungamento delle foci de' nostri fiumi sul declinar del passato secolo, in cui il guasto delle selve, i divelti, e con essi le frane, le ruine,

a Sardi. *Ist. Ferrar.*
Bartoli. *Stato sull'ent. di Ferr.*
Pigna. *Ist. Est.*
Zendrini. *Relaz. sulla divers. di Ronco ec.*
Frisio. *De' fiumi, e torr. ec., Lib.* 3, *Cap.* 5.
Bujovich. *Esame di alc. errori elem. della mod. Idrost.*

b Nunc abesse a litore centum viginti millia, legati Arabum, et nostri negotiatores, qui inde venere, adfirmant. Nec alia parte plus, aut celerius, profecere terrae fluminibus invectae.
Plin. *Hist. Nat. Lib.* 6, *Cap.* 31.

Digitized by Google

lo scoscendimento delle montagne si andarono sempre più dilatando. Le nuove spiaggie, e le nuove terre, che si formarono all'intorno del Golfo, sono una parte delle nostre Alpi Retiche, e Noriche, e del nostro Appennino, che i torrenti ed i fiumi trassero al mare.

Or se tanto è l'afflusso delle materie sino alle foci, ad onta della sinuosità de' nostri fiumi, la quale, allungando di molto i lor alvei, offre un più ampio spazio al progressivo sedimento delle torbide, e ritardando la velocità dell'acque, promuove il decubito delle materie nei tronchi superiori, quanto più dirotto, quanto più stemperato non sarà lo scorrimento delle medesime, e quindi quanto più rapida la prolungazione degli ultimi tronchi orizzontali, allorchè con la rettificazione si accorci l'alveo primiero, e vi si accresca il moto dell'acque?

Quand'anche dunque non vi fossero nè gli ostacoli, nè gli attriti innumerabili, che incontrano sempre le acque nel loro cammino; quand'anche i fiumi non passassero da piani declivi ad altri molto men inclinati, e talor anche orizzontali; quand'anche una sola svolta non ne figliasse necessariamente molte altre; quand'anche

Digitized by Google

le nostre sponde fossero, per opra delle fate, di liscio marmo, ed eternamente parallele, non si potrebbe mai con le rettificazioni evitare, ma ben anzi si fomenterebbe la prolungazione degli ultimi tronchi orizzontali, e delle foci de' fiumi, e per conseguenza si darebbe occasione alle ostruzioni, ai regurgiti, ai trabocchi, ed alle inondazioni.

La rettificazione dunque, in qualunque modo si prenda, o si voglia estenderla ai tronchi superiori, dove i fiumi corrono in ghiaja, o si voglia limitarla soltanto agl' inferiori, non può, come ho detto, esser mai sufficiente a garantirci dalle ruine de' fiumi. Essa è bensì un rimedio lenitivo, ma non curativo, perchè lascia sussistere in tutta la loro forza, ed estensione, le cause vere della cronica, e mortal malattia de' nostri fiumi, vale a dire l'immenso, e precipitoso afflusso dell' acque, e delle materie, ch' esse portano seco.

Ciò, che ho detto delle rettificazioni, conviene del pari anche alle nuove inalveazioni; se però queste possono aver luogo nelle grandi riviere.

La somma difficoltà di poter equabilmente distribuire in un lungo tratto la pendenza de' piani, in guisa di evitarne gli aspri passaggi, che generano, come si è veduto, gl' ingorgamenti, e

Digitized by Google

il ventre delle piene: l'imbarazzo gravissimo causato dagl'influenti laterali, che conviene col nuovo alveo attraversare: le fiumane, e gli stravasamenti dell'acque, che sopravvengono durante il travaglio, e guastano l'opra già fatta: la lunghezza del tempo, e soprattutto l'immenso dispendio, che si richiede da queste gigantesche, ed erculee imprese: tanti gravissimi ostacoli resero sempre impraticabili le inalveazioni de' fiumi reali.

Si aggiunge a ciò, che abbassando, ed incassando nel suolo il grand'alveo del fiume principale, il che appunto è l'oggetto massimo della nuova inalveazione, conviene abbassar del pari anche il letto de' fiumi tributarj, che vi mettono foce, altrimenti se questi rimanessero col letto elevato, ed eminente, quando l'alveo comune è divenuto profondo, si precipiterebbero in esso dall'alto, e vi porterebbero una enorme quantità di materie, che lo riempirebbero in breve tempo, e renderebbero vana la fatica, e la spesa. Perciò la nuova inalveazione del comun recipiente porta con se necessariamente un gran numero d'altre inalveazioni secondarie.

Nè si può lasciar tampoco di osservare, che i

gran fiumi, come si è già detto del Po, non giunsero a stabilir la loro sede nel luogo, dove ora si trovano, se non che dopo molte vicende, e lunghi contrasti con gl' influenti laterali, e dopo essersi posti alla fine in equilibrio con essi, sicchè il voler cangiare, dopo secoli, la posizione, e l'andamento di una grande riviera, per darle una nuova direzione, ed un corso, che non le fu assegnato dalla natura, esser potrebbe un'opera non solo frustranea, ma imprudente, e forse micidiale.

Per queste ragioni senza dubbio non v' ha esempio, che in alcuna nazione, nemmeno presso quelle, che andavano in cerca d' imprese straordinarie, e prodigiose, siasi giammai posto mano alla total inalveazione di una grande riviera. Perciocchè nè l'operazione fatta da Scauro sul Po presso Piacenza può dirsi nuova inalveazione, ma bensì rettificazione di un breve tronco, nè l'emissario del Lago Velino praticato da Curio merita un tal nome, nè altro è la fossa così vantata di Newa, che un diversivo del Tevere, come ho accennato a suo luogo *a*.

a Parte prima, Cap. IX.
Parte seconda, Cap. VI.

Digitized by Google

E parlando della diversione de' fiumi dalla Laguna di Venezia, eseguita da circa due secoli, avvegnachè sia stata opera grande, e dispendiosissima, pure non ebbe luogo, se non che in fiumi minori, e negli ultimi tronchi solamente.

D'altronde finchè sussista, che dico? finchè vada crescendo la fatal cagione de' nostri mali, finchè le montagne disfatte, e disciolte sieno trasportate negli alvei de' nostri fiumi, che gioverebbe una nuova inalveazione del Po, dell'Adige, del Tevere, dell'Arno, se anche la natura de' luoghi vi consentisse, se anche non fosse la medesima senza esempio, se anche tutte le nostre forze non superasse? L'effetto si ridurrebbe a prorogar di poco l'eccidio inevitabile delle nostre provincie.

Nulla dirò de' diversivi, giacchè della loro poca utilità si è già parlato a lungo di sopra, dove abbiamo veduto, che questo è il rimedio più infelice di tutti, come quello, che ritarda più d'ogni altro la velocità dell'acqua già per se troppo infievolita ne' tronchi estremi, e quasi orizzontali de' fiumi, che promuove, e fomenta in singolar maniera la deposizion delle bellette, e l'interrimento degli alvei, che toglie il terreno

Digitized by Google

all' agricoltura con la moltiplicazione de' canali, e delle acque, e che per evitar le inondazioni eventuali, e temporanee, stabilisce in certo modo una inondazion di sistema, e permanente *a*.

Li ripari finalmente, di qualunque direzione, e forma essi sieno, non possono ch' esser utili parzialmente, e localmente; nè raro è, che riescano più nocivi che utili alla general disciplina, e al corso regolare de' fiumi, col porre le loro ripe in uno stato d' inimicizia, e di perpetua guerra.

Un riparo piantato sulla sinistra sponda porta quasi sempre l' acqua a battere, o più o meno, sulla destra, e rende quivi necessario un altro riparo, che la rimandi vicendevolmente all' opposta parte, e quindi la difesa diviene offesa, e questa chiama una nuova difesa, e così successivamente, in guisa che camminando lungo il corso di una riviera par di vedere su tutte due le sponde nemici affaccendati e spingersi ostilmente il fiume l' uno addosso dell' altro.

Che se anco per un felice, e singolar azzardo, nessun riparo potesse mai nuocere alla opposta

a Di sopra Cap. VI.

Digitized by Google

sponda, qual rapporto ha esso con le montagne, d'onde discendono le fiumane? Ha egli la facoltà di scemare i diluvj delle piene? Può egli moderar la loro sfrenata precipitazione? Può arrestare un solo sasso, una sola stilla d'acqua sulle ripide coste de' monti? Li pennelli, che abbiamo lungo il corso del Po, impediscono forse, che le acque delle Alpi, e degli Appennini non piombino in un istante nelle valli, e nel letto di quel fiume? Gli argini dell'Olanda trattengono essi li furìosi, e gonfi torrenti dell' Elvezia, della Brisgovia, dell'Alsazia, e i fiumi di tanti altri paesi, ch'entrano nel Reno?

Egli è dunque manifesto, che i nostri metodi attuali di reggere i fiumi non sono, nè possono essere, da se soli, e senz'altre provvidenze, sufficienti a garantirci dalle calamità, che ci sovrastano. Possono essi bensì produrre qualche utile effetto, ma parziale, ma limitato, ma breve, non generale, non conforme al bisogno, non permanente, e sicuro, non esteso a tutto il corso de' fiumi.

Nati codesti metodi in circostanze particolari di tempi, e di governi, erano necessarj, e forse anche li migliori, in quella division di poteri,

Digitized by Google

in quella gelosìa di Stati, in quella lotta d'interessi, e di fini. Non essendo allora possibile, o non volendosi por riparo alla causa de' mali, conveniva limitarsi a mitigarne in qualche modo gli effetti. Ma intanto, o sia incuria, o sia colpa de' nostri antichi Signori, quella causa funesta del disordine de' fiumi andò sempre più prendendo forza e vigore: le buone leggi, che la esperienza e la vista de' mali avea dettate per il presidio de' monti, non si eseguirono: si lasciarono sradicare le selve: si diruppero quindi ogni giorno più, e si sfasciarono le montagne: li disordini crebbero con rapida progressione, ed ormai sono giunti all'eccesso: li nostri parziali rimedj più non bastano: è indispensabile un più esteso, e più efficace provvedimento.

E qual mai sarà questo provvedimento se non è quello della tutela de' monti, e delle foreste? Quante volte dovremo ripeterlo? La distruzione di queste, e il dissodamento di quelli, sono la causa primaria delle nostre sciagure. Da ciò procede l'enorme, e precipitosa accumulazione delle acque, e l'immenso strascinamento delle materie: da ciò l'alzamento progressivo del fondo de' fiumi: da ciò il cangiamento continuo di letto nei

tronchi superiori che corrono in ghiaja: da ciò i ringorghi, li traboccamenti, le fatali inondazioni ne' tronchi inferiori: da ciò la prolungazione della linea del corso: da ciò la effimera durata delle rettificazioni: da ciò la demolizione degli argini, delle dighe, de' ripari, e delle altre nostre tanto vane, quanto dispendiose operazioni sopra i fiumi.

Non può dunque rimaner dubbio, che il riferito provvedimento non sia il migliore; quello ch'è altamente invocato dalla ragione, e dall'esperienza; quello che da gran tempo si attende dagli uomini più saggi; quello che salva tutti i riguardi, e che concilia tutti gl'interessi.

Con esso non si sconvoglie in alcun modo lo stato attuale delle provincie del piano, che sono bagnate dai nostri fiumi: gli argini, le dighe, e le opere già fatte si conservano: li canali navigabili, gli edifizj, li ponti rimangono gli stessi: le città, i borghi, i villaggi contermini ai fiumi, non si sommergono: gli abitatori temer non possono, che si apra la porta a morbi appiccaticci, e funesti, come succederebbe col sistema Egizio: nessuno vede turbato il suo domicilio, nessuno dee piangere il perduto suo campo: nessuno è

nemmen costretto a cangiar la coltura adottata da suoi padri: li suoi usi, i suoi diritti, i suoi sentimenti, e perfino le sue inquietudini, e le sue prevenzioni sono rispettate.

Egli è pur certo, che si concilia felicemente in tal guisa anche la sicurezza, e il ben essere degli abitatori de' monti, perchè non si tratta già di spogliare alcuno di essi delle loro case, e delle loro terre, ma ben anzi di ricuperare, e render utili i luoghi desolati, e deserti sulle coste scoscese, e sui fianchi dirupati delle montagne, non meno che di guarentir con buone regole, e discipline, le loro abitazioni, e i loro beni, dalla imminente distruzion, che gli attende.

Mentre così avremo noi la fortuna di salvar le città, e le provincie pianigiane dai danni, anzi dall' ultimo eccidio, di cui sono pur troppo minacciate, sentiremo insieme il conforto di preservar dalle ruine anco i paesi, e gli abitatori montani, li quali, se continua più a lungo questo tenor di cose, dopo aver veduto rapirsi dai precipitosi torrenti le terre, le greggie, le case, gli altari stessi, ed i sepolcri, come ne abbiamo già esempj luttuosi, dopo che le montagne sfa-

Digitized by Google

sciate saranno ridotte in orrori, e in solitudini, miseri, piangenti, e ramminghi, finiranno col venire al piano a mescolar con le nostre le loro lagrime, e a rendere ancora più funesto l'aspetto della comun disavventura.

FINE DELLA II. PARTE.

Digitized by Google

AVVERTIMENTO.

Nell' allegare le molte sperienze da me fatte sulle acque correnti, e massime quelle che furono indicate nei Capitoli II, V, VII e IX, io voleva entrare nel minuto, ed esatto dettaglio di tutte le particolarità e circostanze, che le accompagnarono, com' è dover preciso dello sperimentatore, affinchè ognuno possa ripetere, volendo, le sperienze stesse, e rettificare gli errori, che vi fossero o nel metodo, o nei fatti.

Ma essendomi avveduto, che codesta dettagliata e circostanziata descrizione interrompeva di troppo il filo delle dottrine, e de' ragionamenti, e che portava eziandio questa seconda Parte ad essere soverchiamente prolissa, ho creduto di rimettere siffatta descrizione, o resa di conto, ad una terza Parte, nella quale altresì mi riservo di proporre alcune idee sull' Arte d'interrogar la Natura negli sperimenti, *materia importantissima, e che sarebbe degna di essere da qualche chiaro ingegno appositamente trattata ed illustrata.*

Digitized by Google

INDICE

Delle materie contenute in questa seconda Parte.

CAPO I. *Della Foronomia, ossia delle leggi dell'acqua effluente dai pertugi de' vasi.*

II. *Dell'altre sperienze di Foronomia, e dell'applicazione, che si tentò di fare delle medesime al corso delle grandi riviere.*

III. *Teoria della scala di velocità ne' fiumi secondo la dottrina de' Foronomisti, e suo esame.*

IV. *Sperimenti fatti sopra i fiumi per rilevare la scala di velocità, e per conoscere, se sussista la indicata teoria.*

V. *Degli altri due sistemi sulla proporzione della velocità con l'altezza delle acque correnti. Parallelo fra tutti, e giudizio.*

Digitized by Google

Capo VI. *De' diversivi, e della loro poca utilità dimostrata con la ragione, e con gli esempj.*

VII. *Della dottrina dei rigurgiti, delle loro cause, ed effetti.*

VIII. *Continuazione della dottrina de' rigurgiti, e riassunto delli due Capitoli su questo suggetto.*

IX. *Delle ghiaje, ed altre materie, che sono condotte dai fiumi nelle lor piene: diverse opinioni degli scrittori idraulici sulle ghiaje, e calcolo approssimativo della loro quantità nello stato attual di degradazione, in cui si trovano i nostri monti.*

X. *Della disarginazione de' fiumi, e della loro espansione sulle campagne laterali secondo la dottrina Egizia.*

XI. *Dell' arginazione de' fiumi combinata con la tutela de' monti, e delle foreste.*

XII. *De' nostri metodi attuali di reggere i fiumi, e della loro insufficienza per*

Digitized by Google

garantirci dalle devastazioni de' fiumi stessi.

CAPO XIII. *Continuazione dell' esame de' nostri attuali metodi di reggere i fiumi, e Conclusione.*

Digitized by Google

PRIMA PARTE.

			ERRORI.	CORREZIONI.
Pag. 12	Citaz.	2	Lecchi Drost.	Lecchi Idrostat.
22	»	1	*annis Nar*	*amnis Nar*
»	»	2	*equarum mole*	*aquarum mole*
29	lin.	16	aalienti	aaglienti
»	»	17	Bouffon	Buffon
30	»	4	moderarle	moderarla
54	»	3	acaturagini	scaturigini
57	»	11	sulla ramora	sulle ramora
58	»	12	di far loro	di far la loro
62	»	9	di quelle	di quella
»	Citaz.		coltivati e sassosi	coltivati a smossi
64	»	2	*venieatis*	*venientis*
109	lin.	23	nè	ne
110	»	16	presente	presenta
129	»	11	ossero	fossero
130	»	5	che i fiumi	che nei fiumi
»	»	6	muovono	muovano
139	»	1	di tutti,	di tutti i saggi,

PARTE SECONDA.

			ERRORI.	CORREZIONI.
Pag. 4	Citaz.	1	Ernanno	Ermanno
5	lin.	8	polvere sottile dell'oriuolo da ore,	sabbia sottile nell'orinolo a polvere,
40	»	6	faressimo	faremmo
51	»	3	ripiena d'acqua	ripiena d'aria
55	»	19	corpo del fiume	corso del fiume
61	»	1	percorsa	percossa
62	»	11	nell'uscio del vaso	nell'uscir del vaso
97	»	1	non può più	non può più questo
134	»	20	piedi cubici	piedi quadrati
135	»	10	per l'altre	per l'altra
141	»	14	ventiquattro	ventiquattro mila
148	»	15	anche quello	anche quella
204	»	22	Newa	Nerva
206	»	20	e spingersi	a spingersi

VA1 1517610

Digitized by Google